

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-248549

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

---

(51)Int.Cl. B09B 5/00  
B09B 5/00  
C22B 1/00  
C22B 7/00

---

(21)Application number : 08-058656

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
OGIHARA EKOROJII KK

(22)Date of filing : 15.03.1996

(72)Inventor : TEJIMA KOICHI  
TODOROKI TOMOHIRO  
HAYATA TERUNOBU  
TEZUKA FUMINOBU  
KOYAMA MASAO  
YOKOYAMA YOSHIKI  
OGIWARA AKIHISA

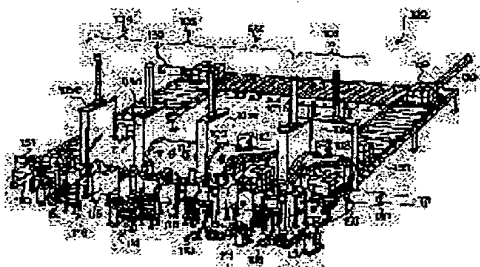
---

(54) TREATING DEVICE, TREATING SYSTEM AND TREATMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively and cost effectively treat objects having metals and resins as constituting materials by connecting a first recovering means for recovering the gases formed by decomposition of the resins to a first airtight region and connecting a second recovering means for recovering the metals evaporated from the objects to a second airtight region.

SOLUTION: A petrochemical device 111 which is the first recovering means for recovering the gases formed by decomposition of the constituting resins of the objects 105 to be treated is disposed between a first airtight chamber 102 and a discharge system 110. The petrochemical device 111 condenses the gases generated by decomposition of the objects 150 to be treated and recovers the gases as oil, such as gas oil and heavy oil, or tar. A recovering chamber 115 which is the second recovering means for recovering the metals in a gaseous state evaporated from the objects 150 to be treated is disposed between a second airtight chamber 103 and a discharge system 114. The metals evaporated in the recovering chamber 115 are cooled and condensed to the m.p. or below and are recovered. As a result, the effective and cost effective treatment of the objects composed of the metals and the resins is made possible.



---

LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-248549

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 9 B 5/00	Z A B		B 0 9 B 5/00	Z A B C
C 2 2 B 1/00			C 2 2 B 1/00	
7/00			7/00	F
			B 0 9 B 5/00	Q

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願平8-58656

(22) 出願日 平成8年(1996)3月15日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 595117297

オギハラ・エコロジー株式会社

群馬県太田市南矢島町891番地の1

(72) 発明者 手島 光一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 轟木 朋浩

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

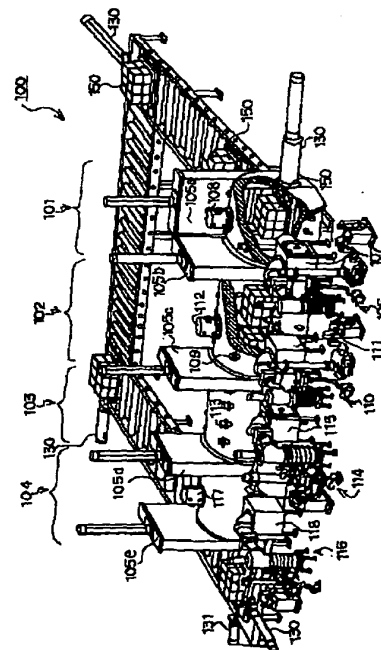
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理装置、処理システムおよび処理方法

(57) 【要約】

【課題】 樹脂と金属とを有する物体を処理する処理装置、処理方法および処理システムを提供する。

【解決手段】 樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、金属の酸化状態を保持しながら樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第1の気密容器に接続された樹脂が分解して生成したガスを回収する第1の回収手段と、第2の気密容器に接続された物体から気化した金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、

前記樹脂を分解する、温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第 1 の気密領域と、

前記第 1 の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた前記物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第 2 の気密領域と、

前記第 1 の気密領域に接続された前記樹脂の分解生成ガスを回収する第 1 の回収手段と、

前記第 2 の気密領域に接続された前記物体から気化した金属を回収する第 2 の回収手段とを具備したことを特徴とする処理装置。

【請求項 2】 樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、

前記樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた第 1 の気密領域と、

前記第 1 の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた前記物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第 2 の気密領域と、

前記第 1 の気密領域に接続された前記樹脂の分解生成ガスを回収する第 1 の回収手段と、

前記第 2 の気密領域に接続された前記物体から気化した金属を回収する第 2 の回収手段とを具備したことを特徴とする処理装置。

【請求項 3】 樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、

前記物体を保持する、温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた気密容器と、

前記気密容器に接続して配設された、前記樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節したとき前記樹脂の分解生成ガスを回収する第 1 の回収手段と、

前記気密容器に接続して配設された、前記物体中の第 1 の金属が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節したとき前記物体から気化した金属を回収する第 2 の回収手段とを具備したことを特徴とする処理装置。

【請求項 4】 鉛を構成材として有する物体を内部に保持する気密容器と、

前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、

前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、

前記気密容器内の温度と圧力とを前記物体中の鉛が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段と、

前記気密容器に接続した、前記物体から気化した鉛を回収する回収手段とを具備したことを特徴とする処理システム。

【請求項 5】 鉛と樹脂とを構成材として有する物体を内部に保持する気密容器と、

前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、

前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、

前記気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、

前記気密容器内の温度と酸素濃度を前記樹脂が分解するように前記温度調節手段と前記酸素濃度調節手段とを制御する第 1 の制御手段と、

前記容器内の温度と圧力を前記物体中の鉛が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御する第 2 の制御手段と、

10 前記気密容器に接続した、前記樹脂が分解した生じたガスを回収する第 1 の回収手段と、

前記気密容器に接続した、前記物体から気化した鉛を回収する第 2 の回収手段とを具備したことを特徴とする処理システム。

【請求項 6】 気密容器内に鉛を構成材として有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、

前記物体中の鉛が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する制御工程と、

前記物体から気化した鉛を回収する回収工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項 7】 鉛と樹脂とを構成材として有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第 1 の制御工程と、

前記物体中の鉛が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第 2 の制御工程と、

前記樹脂が分解して生じたガスを回収する第 1 の回収工程と、

前記物体から気化した鉛を回収する第 2 の回収工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項 8】 金属で接合された第 1 の物体と第 2 の物体を内部に保持する気密容器と、

前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、

前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、

前記気密容器内の温度と圧力とを前記金属が気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする処理システム。

【請求項 9】 第 1 の金属と第 2 の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第 1 の物体と

40 第 2 の物体を内部に保持する気密容器と、

前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、

前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、

前記気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、

前記気密容器内の温度と酸素濃度とを前記樹脂が分解するように前記温度調節手段と前記酸素濃度調節手段とを制御する第 1 の制御手段と、

前記気密容器内の温度と圧力とを前記合金の第 1 の金属が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する第 2 の制御手段と、

50 調節手段とを制御する第 2 の制御手段と、

3

前記気密容器内の温度と圧力とを前記合金の第2の金属が気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、

前記樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、

前記合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする処理システム。

【請求項10】 前記第1の金属はZn、Cd、Hg、Ga、As、In、Tl、Sn、Pb、Sb、Bi、AgまたはInのうち少なくとも1つの元素であることを特徴とする請求項8乃至9のいずれかに記載の処理システム。

【請求項11】 気密容器内に金属で接合された第1の物体と第2の物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、

前記金属が気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項12】 気密容器内に、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体とを有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、

前記合金中の第1の金属が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、

前記合金の第2の金属が気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の制御工程と、

前記樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、

前記合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項13】 樹脂と金属とが一体化した物体を内部に保持する気密容器と、

前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、

前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段と、を具備したことを特徴とする処理システム。

【請求項14】 樹脂と金属とが一体化した物体を内部に保持する気密容器と、

前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、

前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、

前記気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の前記温度調節手段と前記圧力調節手段と前記酸素濃度調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする処理システム。

4

【請求項15】 気密容器内に樹脂と金属とが一体化した物体を導入する工程と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項16】 気密容器内に樹脂と金属とが積層された物体を導入する工程と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程と、

10 前記物体を金属が融解するとともに表面積が小さくなるように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項17】 気密容器内に樹脂と第1の金属と第2の金属とが一体化した物体を導入する工程と、

前記樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、

前記第1の金属が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、

20 前記物体から気化した第1の金属を回収する工程とを有することを特徴とする処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は処理装置、処理システムおよび処理装置に関する。特に本発明は鉛などの有害物質を含有する物体から鉛を除去する処理装置、処理システムおよび処理方法に関する。また、本発明は金属、合金により接合された物体の接合を解除する処理装置、処理システムおよび処理方法に関する。さらに本発明は金属と樹脂を有する物体の処理装置、処理システムおよび処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現代社会が抱える膨大な量の廃棄物は日々増え続けており、その効果的な処理技術の確立が急務である。

【0003】廃棄物中には様々な有用な物質も含まれているが、分離の困難さなどから廃棄物から分離されず、ほとんどの廃棄物はそのまま埋め立や焼却により処分されている。廃棄物中の有用物質は、エネルギー問題や資源枯渇問題もあり、できるかぎり分離・回収して再利用することが求められている。

【0004】一方、廃棄物中には有害な物質も含まれており、このような有害物質は環境破壊の原因になるだけでなく、廃棄物の再利用を困難にしている大きな原因の一つである。したがって、廃棄物中の有害物質を効果的に取り除くことができれば、廃棄物を資源の宝庫として積極的に再利用することが可能になるとともに、環境や生物への影響も最小限にとどめることができる。

【0005】このように、有害物質による環境汚染、資源の枯渇、エネルギー源の不足といった現代社会を取り巻く深刻な問題を解決するために、廃棄物を効果的に処

5

理する技術は是非とも確立されなければならない。

【0006】しかしながら、近年廃棄物の形態は複雑多岐にわたっており、複数の異なった素材が一体化した複合的な廃棄物も多く、さらに有害物質が含まれている廃棄物もある。このような複合廃棄物を資源として再利用するためには、複数の異なった素材が一体化した廃棄物から、有用な物質、有害な物質を選択的に分離・回収しなければならないが、このような処理技術は未だ確立されていない。

【0007】例えば、樹脂フィルムとアルミニウム箔を積層した樹脂被覆アルミニウム箔は安価で加工性がよいことなどから、レトルト食品の包装容器など、食品や医薬品をはじめとして様々な包装容器に大量に用いられている。

【0008】また、樹脂フィルムと銅箔を積層した樹脂被覆銅箔も同じように大量に用いられており、特にいわゆる回路基板、フレキシブル基板、TABのフィルムキャリアをはじめとして電子機器の構成部品として大量に用いられている。

【0009】しかし使用後の樹脂被覆アルミニウム箔や樹脂被覆銅箔は、それらが複数の異なった素材から一体的に形成された複合的な廃棄物であることから効果的な処理技術が確立されていないのが現状である。

【0010】従来、樹脂被覆アルミニウム箔や樹脂被覆銅箔などの廃棄物は、埋め立てや焼却により処理されていたが、埋め立てはかさばること、場所の確保も困難であること等の問題があり、一方焼却は炉を痛めたり、アルミニウムや銅などが酸化物になってしまうという問題がある。

【0011】アルミニウムや銅の精練には大量の電力が使われており、せっかく金属に精練したアルミニウムや銅を焼却により再び酸化物にしてしまうのはエネルギーの浪費であり、金属状態のまま資源として再利用する技術を確立することが望まれている。

【0012】一方、例えば上述した電子機器の回路基板などの複合廃棄物は鉛などの有害物質を大量に含んでいる。従来から、各種電子機器のハンダ接続には融点が低く、酸化雰囲気中でもぬれ性がよいことなどから、鉛-錫系合金などのハンダ合金が多用されている。

【0013】ところで、鉛は強い毒性を有し、体内に摂取すると神経系や生殖機能を障害することから、鉛や鉛含有合金の取扱いについては規制がなされている。

【0014】また、最近の環境破壊に対する関心の高まりによって、鉛を含むハンダ合金を用いた電子機器、構成部品の廃棄物処理についても社会問題となっている。

【0015】すなわち、鉛を含むハンダ合金を大量に使用した廃電子機器などの複合廃棄物は、従来産業廃棄物や一般廃棄物と同様に主として埋め立て処理されることが一般的であった。

【0016】しかし、廃電子機器のような鉛などの有害

6

物質を含む複合廃棄物を埋め立て処理した場合、降雨などにより鉛成分が溶出し、土壌や地下水を汚染し環境に深刻な打撃を与えてしまうという問題がある。特に酸性雨によりハンダ合金からの鉛の溶出量は急激に増大し、環境や生物に対し深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。

【0017】このようなことから、鉛などの有害物質を含廃電子機器などの廃棄物を処理する際には、鉛を分離・回収した後に処理することが必要である。

【0018】しかしながら、現状では効果的に鉛を回収する技術が見出だされていない。

【0019】一方、鉛の回収コストが製品コストの増大を招く恐れがあることから、鉛を用いない鉛フリーハンダの開発が望まれており一部実用化されているが、性能、コストの面で未解決の問題点も多く、鉛を含むハンダ合金は現在も大量に用いられている。また、現在までに膨大な量の鉛を含む廃棄物が生じており、効率的で安全な処理技術が見出だされていないために、一部では大量に蓄積保管されているのが現状である。

【0020】また見方を変えれば、上述した電子機器の回路基板などの複合廃棄物は有害物質を分離できれば資源の宝庫ともなる。いわゆる廃棄物は相対的価値判断によりそう呼ばれるものである。資源化技術を確立し、資源化に必要なコストを低減できれば廃棄物ではなくなる。

【0021】基板にはIC、LSI、抵抗器、コンデンサ等の各種電子部品が搭載されているが、銅、ニッケル、アルミニウム、金、プラチナ、タンタル、タングステン、モリブデン、コバルト、クロムをはじめ有用な金属、そして樹脂が含まれており資源として枯渇が心配されているものも多い。

【0022】しかし電子部品は基板上に数多く搭載されており、また近年の高集積化にともなって接合箇所数は増大し接合ピッチはますます細くなる傾向にあるから、基板と電子部品とを分離することはかなり困難である。そして基板と電子部品は前述のようにハンダ合金で接合されており、有毒な鉛が用いられていることも、廃電子機器などの効果的処理を阻んでいる大きな原因である。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題を解決するためになされたものである。すなわち本発明は金属と樹脂とを構成材として有する物体を効果的、経済的に処理できる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0024】本発明は鉛を含む物体から鉛を分離・回収することができる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0025】また本発明は鉛と樹脂とを含む物体から鉛を分離・回収するとともに樹脂成分も分離・回収するこ

とができる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0026】また、本発明は合金により接合された物体の接合を解除することができる処理方法、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0027】また、本発明は鉛を含む合金により接合された物体の接合を解除することができる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0028】また、本発明は鉛を含む合金により接合された樹脂を構成材として有する物体の接合を解除するとともに、樹脂成分も分離回収することができる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0029】また、本発明は樹脂と金属とを構成材として有する物体から、樹脂成分と金属とを効果的に分離、回収することができる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0030】また、本発明は樹脂と複数の金属とが一体化した物体から樹脂成分と金属とを効果的に分離するとともに、樹脂と複数の金属とをそれぞれ分離回収することができる処理装置、処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】本発明は、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理するために、樹脂を分解して回収する手段と、金属を気化して回収する手段とを備えたものである。請求項1記載の本発明の処理装置は、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第1の気密容器に接続された樹脂が分解して生成したガスを回収する第1の回収手段と、第2の気密容器に接続された物体から気化した金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0032】また、第1の気密領域は、金属が実質的に酸化しないように維持しながら樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段とを備えたようにしてもよい。一般に処理対象物が複雑である場合には、処理中に、処理対象物体が部分的に酸化されたり、還元されたり、あるいは相平衡状態が変化することがあり得る。

【0033】温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、ガス、重油や軽油などを燃焼させるようにしてもよい。さらに誘導加熱手段を用いるようにしてもよい。温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよ

い。

【0034】第1の気密領域では処理対象物体中の金属が酸化したり気化しないような温度圧力条件で樹脂は分解し、気化（油化してから気化したものも含む）あるいは炭化する。そして気化した樹脂の分解生成ガスは第1の回収系で回収されるが、この回収した樹脂の分解生成物を燃焼させて加熱手段として用いるようにしてもよい。前述のように、一般に処理対象物が複雑であり、また大量である場合には、処理中に、処理対象物体が部分的に酸化されたり、還元されたり、あるいは相平衡状態が変化することがあり得る。例えば樹脂の分解生成物を回収する第1の回収系に、処理対象物体の構成金属が混入した場合には、後工程で分離回収するようにすればよい。

【0035】圧力調節手段としては、排気手段または加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを用いるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。圧力測定手段はブルドン管やピラニーゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0036】また、第1の気密領域に隣接してパージ領域を設けるようにしてもよい。パージ領域には排気系または加圧系などの圧力調節手段、処理対象物体の予熱または冷却のための温度調節手段を設けるようにしてもよい。さらに、系内のガス置換のためのキャリアガス導入系を設けるようにしてもよく、このキャリアガス導入系は加圧系と兼ねるようにしてもよい。

【0037】処理対象物体は装置外部からパージ領域を経て第1の気密領域に導入される。パージ領域を設けることにより、第1の気密領域への処理対象物体の導入の際に、第1の気密領域は装置外部から隔離される。また、第1の気密領域内を常に排気し減圧状態を保てるため真空ポンプの負担が軽減される。

【0038】同じように第2の気密領域に隣接してパージ領域を設けるようにしてもよい。処理対象物体は第2の気密領域からパージ領域を経て装置外部へ取り出される。第2の気密領域の後段にパージ領域を設けることにより、処理対象物体を第2の気密領域から取り出す際に、第2の気密領域は装置外部から隔離される。したがって、第2の気密領域内を常に排気し減圧状態を保てるため真空ポンプの負担が軽減される。また、加熱した処理対象物体の温度が、大気圧下でも酸化されない温度に冷却されるまで、物体を外気から遮断して保持することもできる。

【0039】すなわちパージ領域は装置保全の観点からも処理対象物保全の観点からも、装置外部と第1および第2の気密領域とのバッファ領域として機能する。

【0040】この処理装置の第1の気密領域と第2の気

密領域とは開閉可能な隔壁によって隔てられている。この隔壁はそれぞれの領域の気密性を保つとともに、それぞれの領域の断熱性を保つものである。例えば気密性を保つ真空扉と、断熱性を保つ断熱扉を組合わせて用いるようにしてもよい。第1のおよび第2の気密領域を、断熱扉—真空扉—断熱扉といった隔壁で隔てるようにすれば、それぞれの領域の気密性と断熱性が保たれる。このように真空扉と、この真空扉が隔てる領域との間に断熱扉を配設することにより、真空扉に大きな熱的負荷がかかる場合であっても真空扉を熱的負荷から保護することができる。この場合には第1および第2の気密領域の熱から真空扉が保護される。

【0041】このような隔壁は当然ながら装置外部とパージ領域との間、パージ領域と第1の気密領域との間、第2の気密領域とパージ領域との間にも配設されが、それぞれどのような隔壁を配設するかは必要に応じて設計するようにすればよい。例えばパージ室の熱的負荷が小さい場合には真空扉を配設するようにすればよい。

【0042】処理対象物体が導入された第1の気密領域内は、処理対象物体中の金属の状態は保持され、樹脂は分解するように温度圧力条件が調節される。この温度圧力条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や圧力の測定値を加熱手段、圧力調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。第2の気密領域についても同様である。

【0043】また第1の気密領域内を減圧すると、酸素濃度も低下し加熱により処理対象物体が急激に酸化されることはない。また加熱により樹脂から大量の分解生成ガスが発生するが、一般的に樹脂は分解してもほとんど酸素を発生しない。さらに、樹脂の分解生成物も容易に気化される。

【0044】一方、減圧すると気密領域内の熱伝導率は低下する。しかし第1の気密領域内が非酸化雰囲気であれば、大気圧下または加圧下でも処理対象物体は酸化されない。したがって第1の気密領域内が非酸化雰囲気であれば、加圧が可能であり系内の熱伝導率が向上する。

【0045】第1の回収手段は処理物体を構成する樹脂の分解生成ガスを回収するものである。ここで、樹脂は合成樹脂でもよいし天然樹脂でもよく、またこれらの混合物でもよい。

【0046】この第1の回収手段としては、ガスを凝縮させて油化する油化装置を用いるようにしてもよい。また樹脂の分解生成ガス中にハロゲン、ハロゲン化炭化水素などのガスが含まれる場合には、例えば触媒などを用いて分解するようにしてもよい。

【0047】前述のように、第1の回収手段で回収した重油や軽油などを第1または第2の気密領域の加熱に用いるようにしてもよい。

【0048】また、第1の回収手段は複数系統備えるようにしてもよいし、多段に接続するようにしてもよい。

【0049】第1の気密領域で処理対象物体の樹脂成分はほとんど分解し、分解生成ガスは回収される。したがって、処理対象物体中の金属は酸化されずに、また気化せずに物体中に存在している。一方、処理対象物体の樹脂の多くは炭化物として存在している。そしてこの状態で処理対象物体を第1の気密領域から第2の気密領域へ移送する。

【0050】本発明の処理装置では、第1の気密容器内で加熱された処理対象物体は、冷却されることなく第2の気密領域に導入される。したがって、第2の気密領域での投入エネルギーは大幅に節約され、加熱時間も短縮される。

【0051】処理対象物体が導入された第2の気密領域内は、処理対象物体中の金属が気化するように温度圧力条件が調節される。第2の気密領域内を減圧すると、処理対象物体中の金属は、常圧下よりも低い温度で蒸発する。また、酸素濃度も低下し第2の気密領域内は非酸化雰囲気になるから、気化した金属の金属状態は保たれる。

【0052】例えば、Znの760 Torrにおける沸点は1203 Kであるが、1 Torrでの沸点は743 K、 $10^{-4}$  Torrでの沸点は533 Kである。

【0053】また、例えばPbの760 Torr (1 atm)における沸点は2017 Kであるが、 $10^{-1}$  Torrでの沸点は1100 K、 $10^{-3}$  Torrでの沸点は900 Kである。

【0054】このように第2の気密領域内で金属は温度圧力条件にしたがって選択的に気化する。

【0055】また、第2の気密領域に導入されたとき、処理対象物体の樹脂のほとんどは炭化物となっているから、処理対象物体から金属を気化させても分解生成ガスはほとんど発生しない。したがって気化した金属は金属状態のまま高い純度で回収され、また真空ポンプの負荷も軽減される。

【0056】第2の回収手段は、このように第2の気密領域で気化した金属を回収するものである。

【0057】例えば第2の気密領域に排気系を有する回収チャンバを接続し、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するようにしてもよい。回収チャンバ内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバと第2の気密領域との間、回収チャンバと排気系との間にバルブを開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体から気化した金属が回収チャンバ内に導入されたら、回収チャンバを閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0058】気化した金属を連続的に凝縮、回収する場合でも、バッチ処理で凝縮、回収する場合でも、回収チャンバ内の気化した金属の滞留時間が長くなれば回収効率は高まる。

【0059】また、第2の気密領域内にN<sub>2</sub>や希ガスをキャリアガスとして導入するようにしてもよい。気化した金属はキャリアガスにより回収チャンバに効率的に導入される。

【0060】第2の回収手段は複数系統備えるようにしてもよい。複数の第2の回収手段で同じ金属を回収するようにしてもよいし、第2の気密領域内の温度と圧力を段階的に調節して複数の金属をそれぞれ選択的に気化させ、複数系統の第2の回収手段を切り換えて回収するようにしてもよい。

【0061】また第2の回収手段は多段に接続するようにしてもよい。

【0062】このように本発明の処理装置は樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理するものである。本発明の処理装置は、処理対象物体の構成樹脂を分解する第1の気密領域を、処理対象物体の構成金属を気化する第2の気密領域の前段に備えることにより、樹脂と金属とを構成材として有する物体の処理を可能にしたものである。気密領域内で大量に発生する処理対象物体の樹脂の分解生成ガスは、第1の気密領域に接続した第1の回収装置で回収される。したがって、第2の気密領域で、金属が気化するような十分な加熱と減圧を行うことができる。

【0063】また、第1の気密領域内では、処理対象物体の金属が酸化したり気化しないような条件で樹脂を分解するから、金属は金属状態で処理対象物体から分離回収される。

【0064】請求項2記載の本発明の処理装置は、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第1の気密容器に接続された樹脂が分解して生成したガスを回収する第1の回収手段と、第2の気密容器に接続された物体から気化した金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0065】また、第1の気密領域は、金属が実質的に酸化しないように維持しながら樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えるようにしてもよい。

【0066】請求項2記載の処理装置の特徴は、請求項1記載の処理装置の構成に加えて、第1の気密領域に酸素濃度調節手段を備えたことにある。この酸素濃度調節手段により、第1の気密領域内の酸素濃度は第1の気密領域内の全圧とは独立に調節される。

【0067】第1の気密領域内の酸素濃度を調節することにより、第1の気密領域内での処理の自由度が大きくなる。例えば第1の気密領域内の熱伝導率を低下させず

に、処理対象物体の構成金属の状態を維持できる。また加圧条件下でより積極的に樹脂を分解することができる。

【0068】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0069】酸素濃度センサは例えばジルコニア（酸化ジルコニウム）を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO<sub>2</sub>の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0070】キャリアガスガスとしては例えばN<sub>2</sub>や、Arなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。また、このキャリアガスにより、第1の気密領域内の酸素濃度が調節されるだけでなく、樹脂の分解生成ガスを効率的に第1の回収手段へ導かれる。また、圧力調節手段と兼ねるようにしてもよい。

【0071】また、第2の気密領域は複数備えるようにしてもよい。すなわち、樹脂と第1の金属と第2の金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、第1および第2の金属の状態を維持しながら前記樹脂を分解する温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた前記物体中の第1の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第2の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の第2の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第3の気密領域と、第1の気密領域に接続された樹脂が分解して生成したガスを回収する第1の回収手段と、第2の気密領域に接続された物体から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段と、第3の気密領域に接続された物体から気化した第2の金属を回収する第3の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0072】この処理装置の特徴は、請求項2記載の処理装置の構成に加えて、第2の気密領域を複数備えたことにある。第2の気密領域を複数備えることにより、物体中に含まれる複数の金属はそれぞれ選択的に気化され、回収される。

【0073】請求項3記載の本発明の処理装置は、樹脂と第1の金属と第2の金属とを構成材として有する物体を処理する処理装置であって、物体を保持する、温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた気密領域と、気密容器に接続して配設された、樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節したとき樹脂が分解して生成したガスを回収する第1の回収手段と、気密容器に接続して配設された、物体中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節したとき物体から気化した第1の金属を回収す



る第2の回収手段と、気密容器に接続して配設された、物体中の第2の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力を調節したとき物体から気化した第2の金属を回収する第3の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0074】第1の回収手段は、物体中の第1および第2の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度を調節したとき樹脂が分解して生成したガスを回収するようにしてもよい。

【0075】請求項1乃至2に記載の処理装置が、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度条件など条件の異なる複数の気密領域を備えたものであるのに対し、請求項4記載の処理装置は1つの気密容器内の条件に応じた複数の回収手段を備えた処理装置である。

【0076】気密容器内の温度調節手段、すなわち処理対象物体の温度調節手段は請求項1乃至2に記載の処理装置同様加熱手段と温度センサを用いるようにすればよい。加熱についても対流、輻射など各種加熱手段を必要に応じて選択または組合わせて用いるようにしてもよい。

【0077】圧力調節手段についても請求項1乃至2に記載の処理装置同様に、排気手段、加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを用いるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。圧力測定手段はブルドン管やピラニゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0078】酸素濃度調節手段についても請求項1乃至2に記載の処理装置同様に酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにすればよい。

【0079】回収手段についても請求項1乃至2に記載の処理装置同様に備えるようにすればよい。

【0080】すなわち、第1の回収手段としては例えば樹脂の分解生成ガスを凝縮回収する油化装置を備えるようにしてもよい。そして、この油化装置で得た油を加熱手段として用いるようにしてもよい。

【0081】また第2、第3の回収手段としては、例えば気密領域に排気系を有する回収チャンバを接続し、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するようにしてもよい。回収チャンバ内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバと第2の気密領域との間、回収チャンバと排気系との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体から気化した金属が回収チャンバ内に導入されたら、回収チャンバを閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0082】請求項4記載の本発明の処理システムは、鉛を構成材として有する物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力を前記物体中の鉛が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段と、気密容器に接続した、前記物体から気化した鉛を回収する回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0083】また、鉛と樹脂とを構成材として有する物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力を物体中の鉛が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第1の制御手段と、気密容器内の温度と圧力を物体中の鉛が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器に接続した、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、気密容器に接続した、物体から気化した鉛を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0084】請求項5記載の本発明の処理装置は、鉛と樹脂とを構成材として有する物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、気密容器内の温度と酸素濃度を樹脂が分解するように温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する第1の制御手段と、容器内の温度と圧力を前記物体中の鉛が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段と、気密容器に接続した、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、気密容器に接続した、物体から気化した鉛を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0085】第1の制御手段は、気密容器内の温度と酸素濃度を物体中の鉛が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0086】そして、請求項6に記載の本発明の処理方法は、気密容器内に鉛を構成材として有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、物体中の鉛が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力を調節する制御工程と、物体から気化した鉛を回収する回収工程とを有することを特徴とする。

【0087】また、鉛と樹脂とを構成材として有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、物体中の鉛が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と圧力を調節する第1の制御工程と、物体中の鉛が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力を調節する第2の制御工程と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、

物体から気化した鉛を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0088】また、請求項7に記載の本発明の処理方法は、鉛と樹脂とを構成材として有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度を調節する第1の制御工程と、物体中の鉛が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力を調節する第2の制御工程と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、物体から気化した鉛を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0089】また、第1の制御工程は、物体中の鉛が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度を調節するようにしてもよい。

【0090】請求項4および5に記載の処理システムおよび請求項6および7に記載の処理方法は、鉛を含む物体から鉛を分離回収するものである。

【0091】第1の制御工程は、例えば気密容器内の酸素濃度を10vol%以下程度に調節するようにしてもよい。酸素濃度を調節することにより、鉛の酸化が防止される。

【0092】また、第1の制御工程は、例えば気密容器内の温度を323～1073Kの範囲で調節するようにしてもよい。

【0093】また、第1の制御工程は、例えば気密容器内の圧力を760～10 Torr程度に調節するようにしてもよい。圧力を調節することにより、より低い温度で鉛が気化される。

【0094】第2の制御工程は、例えば気密容器内の圧力を $7.6 \times 10^2 \sim 7.6 \times 10^3$  Torr程度に調節するようにしてもよい。加圧して樹脂を分解することにより、樹脂の分解が促進する。

【0095】また、第2の制御工程は、例えば気密容器内の温度を713～2273Kの範囲で調節するようにしてもよい。

【0096】この処理システムおよび方法の基本的特徴は、処理対象物体を気密容器内に導入し、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節して、処理対象物体中の鉛を選択的に気化させて、処理対象物体から分離、回収することにある。さらに鉛以外の金属についても、この金属が選択的に気化するような所定の温度、圧力条件に気密容器内を制御して、処理対象物体から分離、回収するようにしてもよい。

【0097】また、処理対象物体が鉛と樹脂とを含む場合には、まず、鉛が気化したり、酸化したりしないような条件で物体を加熱することにより、樹脂部分を分解（ガス化、油化、炭化物化）し、ついで鉛を選択的に気化させ、気化した鉛を金属状態で回収するものである。ここで樹脂は合成樹脂でもよいし天然樹脂でもよく、ま

たこれらの混合物でもよい。一般的に、熱可塑性樹脂は加熱により多くの部分を気化、油化させ回収することができるが、熱硬化性樹脂は炭化、気化する部分が多い。いずれにしても処理対象物体の構成樹脂を分解することにより、鉛を積極的に回収することができる。

【0098】処理システムの装置部分には、例えば請求項1乃至3に記載したような処理装置を用いるようにしてもよい。すなわち、例えば請求項3に記載の処理装置のように、一つの気密容器内の温度、圧力、酸素濃度などの条件を段階的に調節して樹脂の分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。また、請求項1および2に記載の処理装置のように、温度、圧力、酸素濃度などの条件の異なる複数の気密領域を配設し、各気密領域間を隔てる隔壁を開閉して処理対象物体を順次移送することにより樹脂の分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。

【0099】温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、重油や軽油などの油を燃焼させるようにしてもよい。さらに誘導加熱を用いるようにしてもよい。温度測定手段としては各種温度計を用いるようにすればよい。

【0100】気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を制御することにより、処理対象物体中の鉛が酸化したり気化しないような温度圧力条件で樹脂は分解し、気化（油化してから気化したものも含む）あるいは炭化する。そして気化した樹脂の分解生成ガスは第1の回収手段で回収されるが、この回収した樹脂の分解生成物を燃焼させて加熱手段として用いるようにしてもよい。

【0101】圧力調節手段としては、排気手段または加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを真空度、排気容量など必要に応じて備えるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。

【0102】また、気密容器内にキャリアガスを導入するようにしてもよい、そしてこのキャリアガスを例えば排気系のバルブや導入流量を調節して加圧手段として用いるようにしてもよい。

【0103】圧力測定手段はブルドン管やピラニーゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0104】請求項5に記載の処理システムの特徴は、請求項4に記載の処理システムの構成に加えて、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段を備えたことにある。

【0105】この酸素濃度調節手段により、気密容器内の酸素濃度は全圧とは独立に調節される。気密容器内の酸素濃度を調節することにより、気密容器内での処理の

自由度が大きくなる。例えば気密容器内の熱伝導率を低下させずに、処理対象物体の構成金属の状態を維持できる。

【0106】特に処理対象物体が構成材として樹脂を含む場合、気密容器内の酸素濃度を調節することにより、鉛の状態を維持したまま、より効果的に樹脂を分解できる。例えば気密容器内を非酸化雰囲気中で1~10気圧程度に加圧して、より積極的に樹脂を分解することができる。

【0107】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0108】酸素濃度センサは例えばジルコニア（酸化ジルコニウム）を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO<sub>2</sub>の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0109】そして本発明の処理システムは、このような温度調節手段、圧力調節手段または酸素濃度調節手段を制御する制御手段を備えている。この制御手段は気密容器内の温度、圧力または酸素濃度を、処理対象物体中の鉛の状態を維持しながら樹脂を分解するように、また、処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように制御するものである。この制御手段は気密容器内の状態を、前述した温度センサ、圧力センサ、酸素濃度センサなどにより測定し、この測定値を加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系などにフィードバックして気密容器内の状態を最適化するようにしてもよい。

【0110】そして、このような制御は気密容器内の状態のパラメータに応じて、人間が加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系を操作するようにしてもよい。

【0111】また、測定した気密容器内の状態のパラメータを入力として、加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系などを気密容器内の条件が最適化されるように操作する信号を出力とするような制御装置を備えるようにしてもよい。この制御回路はプログラムとして、制御装置の記憶手段内に格納するようにしてもよい。本発明の処理方法における第1の工程は、処理対象物体を加熱して樹脂を分解する工程である。

【0112】プラスチックなどの樹脂は323K（50℃）程度から溶融などが始まり、453~873K（180~600℃）程度で分解し主としてC1~C16の炭化水素系ガスを排出する。これら樹脂の分解によって生じた分解生成ガスは例えば油化装置などで凝縮させるなどして有価な油として回収することができる。

【0113】この樹脂の分解は容器内の酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度は気密容器内の全圧により調節するようにしてもよいし、N<sub>2</sub>、Ar

などのキャリアガスを導入して調節するようにしてもよい。

【0114】気密容器内の酸素濃度を調節することにより、鉛の酸化を防止することができる。また、酸素濃度を全圧とは別に調節することにより、気密容器内の熱伝導率を低下させずに鉛の酸化を防止ことができ、樹脂の分解効率、分解生成ガスの回収効率が向上する。場合によっては、N<sub>2</sub>、Arなどのキャリアガスを導入して気密容器内を加圧して、樹脂を分解するようにしてもよい。

【0115】処理対象物体中の樹脂は完全に分解する必要はなく、鉛の分離、回収に悪影響を及ぼさない程度に分解すればよい。

【0116】鉛（金属）が760mmHgの蒸気圧を示すのは2017Kであるが、酸化鉛ではより低い1745Kで760mmHgの蒸気圧を示す。したがって、気密容器内の酸素濃度を調節することにより、金属鉛が酸化鉛に酸化するのを抑制して鉛の飛散を防止し、後工程でより積極的に鉛を回収することができる。

【0117】このように処理対象物体中の鉛の状態を実質的に維持しながら樹脂を分解したなら、気密容器内の温度と圧力を鉛が選択的に気化するように制御し、鉛を処理対象物体中から分離、回収する。

【0118】処理対象物体中に鉛以外の金属などが含まれている場合には、蒸気圧の差により鉛を選択的に気化させる。

【0119】鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1673Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

また、大気圧下では例えば2013Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0120】また、気密容器内を減圧することによりさらに低い温度で物体中の鉛を気化させることができる。

【0121】気密容器内の圧力を10<sup>-1</sup>Torrに調節すれば、ほぼ1100K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。また、気密容器内の圧力を10<sup>-3</sup>Torrに調節すれば、ほぼ900K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。さらに、気密容器内の圧力を10<sup>-4</sup>Torrに調節すれば、ほぼ700K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。このように選択的に発生させた鉛の蒸気は、例えば鉛の融

点以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収する。

【0122】このように蒸気鉛を凝縮、結晶化して回収する場合、装置内の蒸気鉛の滞留時間を長く設定することで鉛の回収率は高くなる。例えば回収装置の構造は向流構造あるいは螺旋構造にするようにしてもよい。

【0123】また、気密容器内から回収装置へN<sub>2</sub>や、Arなどの希ガスをキャリアガスとして流すことにより、鉛蒸気をより選択的に回収することができる。

【0124】樹脂を分解する工程と、鉛を選択的に気化させる工程を連続的に行うことにより、後の工程の投入エネルギーを大きく抑制することができる。

【0125】すなわち、気体の熱伝導率は圧力低下にしたがって減少するから、鉛を気化する工程で気密容器内を減圧するほど大きなエネルギーを投入する必要がある。しかし本発明の処理システム、処理方法では、樹脂の分解工程が鉛を気化させる工程の予備加熱段階ともなっており、鉛を気化する工程で投入するエネルギーを大きく節約することができる。

【0126】さらに、物体中の水分や油分は樹脂の分解工程で物体から除去されるため、鉛を気化させる工程に悪影響を及ぼすことはない。

【0127】請求項8記載の本発明の処理システムは、金属で接合された第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0128】また、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0129】また、第1の金属と第2の金属とからなる合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように温度調節手段を制御する第1の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第2の金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の

回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0130】また、第1の金属と第2の金属とからなる合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属の酸化状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように温度調節手段を制御する第1の制御手段と、前記気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第2の金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0131】請求項9記載の本発明の処理システムは、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、気密容器内の温度と酸素濃度とを樹脂が分解するように温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する第1の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第2の金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。また、第1の制御手段は、気密容器内の温度と酸素濃度とを合金の第1の金属の状態が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0132】例えばZn、Cd、Hg、Ga、In、Tl、Sn、Pb、Sb、Bi、AgまたはInのうち少なくとも1つの元素を第1の金属として物体から分離または回収するようにしてもよい。

【0133】また、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節することにより、これ以外の金属についても金属状態のまま分離、回収することができる(図13、図18、図19参照)。このことは特に述べない場合も、本発明の全ての部分を通じて同様である。

【0134】請求項11記載の本発明の処理方法は、気密容器内に金属で接合された第1の物体と第2の物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、第1の物体と第2の物体とを接合している金属が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特

徴とする。

【0135】また、気密容器内に第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、第1の物体と第2の物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記合金が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特徴とする。また、気密容器内に、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体とを有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記合金中の第1の金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第1の工程と、合金中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の工程と、合金中の第2の金属が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の工程と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0136】請求項12記載の本発明の処理方法は、気密容器内に、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体とを有する物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、合金中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、合金中の第2の金属が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の制御工程と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0137】また第1の制御工程は、合金の第1および第2の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0138】また、気密容器内に、樹脂を構成材として有する基板と、この実装基板と第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された電子部品とからなる実装基板を導入しこの気密容器を密閉する工程と、合金の第1および第2の金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、合金中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、合金中の第2の金属が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の制御工程と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0139】請求項8乃至10に記載の処理システムは、金属または合金で接合された物体の接合を解除する処理システムであり、請求項11および12に記載の処

理方法は、金属または合金で接合された物体の接合を解除する処理方法である。

【0140】請求項8乃至12に記載の本発明の処理システム、処理方法の基本的な考え方は、気密容器内に処理対象物体を導入し、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度などを調節して、接合している金属または合金を気化させることにより、接合を解除するものである。気化した金属は回収するようにすればよい。

【0141】処理対象物体が樹脂を構成材として有する場合には、まず樹脂部分を加熱分解し、気化、油化、炭化する。この樹脂の分解は、気密容器内の温度、圧力または酸素濃度を金属が酸化したり気化しないような条件に調節して行うようにしてもよい。すなわち、処理対象物体の構成金属の酸化状態、相平衡状態を保ちながら樹脂を分解するようにしてもよい。

【0142】ついで気密容器内の温度、圧力を調節して処理対象物体中の接合金属を選択的に気化させる。複数の金属（元素）が処理対象物体中に含まれる場合には、それぞれの金属に応じて気密容器内の温度、圧力を調節し、金属毎に選択的に気化するようにすればよい。

【0143】処理システムの処理装置部分は、例えば請求項1乃至3に記載の処理装置を用いるようにしてもよい。すなわち、例えば請求項3に記載の処理装置のように、一つの気密容器内の温度、圧力、酸素濃度などの条件を段階的に調節して樹脂の分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。また、請求項1および2に記載の処理装置のように、温度、圧力、酸素濃度などの条件の異なる複数の気密領域を配設し、各気密領域間を隔てる隔壁を開閉して処理対象物体を順次移送することにより樹脂の分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。

【0144】また、温度調節手段、圧力調節手段、酸素濃度調節手段、制御手段、樹脂の回収手段、金属の回収手段なども前述同様である。

【0145】請求項8乃至12に記載の本発明の処理システム、処理方法の処理対象物体としては、例えばプリント基板と各種電子部品とがPb-Snなどのハンダ合金などで接合された実装基板などを1例としてあげることができる。

【0146】実装基板以外にも金属または合金で接合された物体であれば、その接合を解除することができる。

【0147】例えば、本発明の処理装置に実装基板を導入し、酸素濃度を調節して樹脂があまり酸化されない温度（例えば473K程度）まで加熱し、ついで気密容器内を減圧し酸素濃度を調節してさらに鉛が酸化、気化しないような温度まで加熱（例えば10<sup>-3</sup>Torrでは523~773K程度）して実装基板の構成樹脂を分解し、さらに、鉛の沸点（例えば10<sup>-3</sup>Torrではほぼ900K）以上に加熱して鉛を気化させ、同様にスズを気化させて、実装基板を電子部品と回路基板（電子部品を搭載する基板をここでは回路基板とよぶ）とに分離

し、回収するようにしてもよい。

【0148】鉛などの金属が樹脂の分解時に気化しても、回収系に金属の分離手段を設けるようにすればよい。このことは本発明のすべてについて共通である。

【0149】また、例えば、本発明の処理装置に実装基板を導入し、酸素濃度を調節して樹脂があまり酸化されない温度（例えば473K程度）まで加熱し、ついで気密容器内を減圧し酸素濃度を調節してさらに鉛が実質的に酸化、気化しないような温度まで加熱（例えば $10^{-3}$  Torrでは523～773K程度）して実装基板の構成樹脂を分解し、さらに、例えば973K程度まで加熱して、Zn、Sbなどを気化させ回収するようにしてもよい。

【0150】さらに例えば1773K程度まで加熱して、Au、Pt、Pd、Ta、Ni、Cr、Cu、Al、Co、W、Moなどを気化させ回収するようにしてもよい。ハンダ合金はPb-Snに限ることはなく、例えばAg-Sn、Zn-Sn、In-Sn、Bi-Sn、Sn-Ag-Bi、Sn-Ag-Bi-Cuなどのような、いわゆるPbフリーハンダでもよい。また、これら以外の合金や、金属単体により接合されていてもよい。

【0151】処理対象物体は樹脂が構成材として含まれていてもよい。樹脂は熱可塑性樹脂でも熱硬化性樹脂でもよく、これらの混合物でもよい。

【0152】処理対象物体が構成材として樹脂を含む場合には、これまで述べてきたように樹脂部分は分解（気化、油化、炭化など）するようにすればよい。分解により生成したガスなどは、例えば油化装置などで凝縮させ回収するようにしてもよい。軽油、重油など回収した樹脂の分解生成物は処理対象物体の加熱に用いるようにしてもよい。

【0153】樹脂成分の分解は完全に行う必要はなく、接合金属の分離、回収を妨げない程度に分解されればよい。また、前述のように、接合金属の一部が気化しても、回収系に気化した金属の分離回収手段を設けるようにすればよい。

【0154】プラスチックなどの樹脂は323K程度から溶融などが始まり、453～873K程度で分解し主としてC1～C8の炭化水素系ガスを排出する。これら樹脂の分解によって生じた分解生成ガスは例えば油化装置などで凝縮させるなどして有価な油として回収することができる。一般的に実装基板を構成する樹脂は熱硬化性樹脂であり、炭化、気化する成分が多い。

【0155】この樹脂の分解は容器内の酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度は気密容器内の全圧により調節するようにしてもよいし、N<sub>2</sub>、Arなどのキャリアガスを導入して調節するようにしてもよい。

【0156】気密容器内の酸素濃度を調節することによ

り、例えば鉛やスズなどの接合金属の酸化を防止することができる。また、酸素濃度を全圧とは別に調節することにより、気密容器内の熱伝導率を低下させずに金属の酸化を防止することができ、樹脂の分解効率、分解生成ガスの回収効率が向上する。場合によっては、N<sub>2</sub>、Arなどのキャリアガスを導入して気密容器内を加圧して、樹脂を分解するようにしてもよい。

【0157】処理対象物体中の樹脂は完全に分解する必要はなく、金属の分離、回収に悪影響を及ぼさない程度に分解すればよい。

【0158】例えば金属鉛が760mmHgの蒸気圧を示すのは2017Kであるが、酸化鉛ではより低い1745Kで760mmHgの蒸気圧を示す。

【0159】したがって、気密容器内の酸素濃度を調節することにより、金属が酸化物に酸化するのを抑制して、後工程でより積極的に回収することができる。さらに、金属として回収することにより、利用価値が高くなる。

【0160】このように処理対象物体中の鉛の状態を実質的に維持しながら樹脂を分解したなら、気密容器内の温度と圧力を鉛が選択的に気化するように制御し、鉛を処理対象物体中から分離、回収する。

【0161】処理対象物体中に鉛以外の金属などが含まれている場合にも、蒸気圧の差により鉛を選択的に気化させる。

【0162】例えば、鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1673Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0163】また、大気圧下では例えば2013Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0164】また、気密容器内を減圧することによりさらに低い温度で物体中の鉛を気化させることができる。

【0165】気密容器内の圧力を $10^{-1}$  Torrに調節すれば、1100K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0166】また、気密容器内の圧力を $10^{-3}$  Torrに調節すれば、900K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。さらに、気密容器内の圧力を $10^{-4}$  Torrに調節すれば、700K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。このように選択的に発生させた鉛の蒸気は、例えば鉛の融点

以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収する。

【0167】このように蒸気鉛を凝縮、結晶化して回収する場合、装置内の蒸気鉛の滞留時間を長く設定することで鉛の回収率は高くなる。例えば回収装置の構造は向流構造あるいは螺旋構造にするようにしてもよい。

【0168】また、気密容器内から回収装置へ $N_2$ や、 $Ar$ などの希ガスをキャリアガスとして流すことにより、鉛蒸気をより選択的に回収することができる。

【0169】樹脂を分解する工程と、鉛を選択的に気化させる工程を連続的に行うことにより、後の工程の投入エネルギーを大きく抑制することができる。

【0170】すなわち、気体の熱伝導率は圧力低下にしたがって減少するから、鉛を気化する工程で気密容器内を減圧するほど大きなエネルギーを投入する必要がある。しかし本発明の処理システム、処理方法では、樹脂の分解工程が鉛を気化させる工程の予備加熱段階ともなっており、鉛を気化する工程で投入するエネルギーを大きく節約することができる。

【0171】さらに、物体中の水分や油分は樹脂の分解工程で物体から除去されるため、鉛を気化させる工程に悪影響を及ぼすことはない。

【0172】請求項13に記載の本発明の処理システムは、樹脂と金属とが一体化した物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、樹脂が分解するように気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0173】また、気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段は、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0174】また、本発明の処理システムは樹脂と金属とが一体化した物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する制御手段とを具備するようにしてもよい。

【0175】請求項14に記載の本発明の処理システムは、樹脂と金属とが一体化した物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、樹脂が分解するように気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。また、制御手段は、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密

容器内の温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0176】また、本発明の処理システムは、樹脂と第1の金属と第2の金属とが一体化した物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、第1および第2の金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する制御手段と、第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段を制御する第2の制御手段と、物体から気化した第1の金属を回収する回収手段とを具備するようにしてもよい。

【0177】請求項15に記載の本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と金属とが一体化した物体を導入する工程と、樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程とを有することを特徴とする。また、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0178】また本発明の処理システムは、気密容器内に樹脂と金属とが一体化した物体を導入する工程と、樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有するようによい。

【0179】請求項16に記載の本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と金属とが積層された物体を導入する工程と、に樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程と、物体を金属が融解するとともに表面積が小さくなるように気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特徴とする。

【0180】また、金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0181】また、本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と銅とが積層された物体を導入する工程と、銅の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程と、物体を銅が融解するとともに表面積が小さくなるように気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有するようによい。

【0182】また本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と金属とが一体化した物体を導入する工程と、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と圧力と酸素濃度とを調節する工程とを有するようによい。請求項17に記載の本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と第1の金属と第2の金属とを構成材として有する物体を導入する工程と、樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制

御工程と、物体から気化した第1の金属を回収する工程とを有することを特徴とする。

【0183】また、第1の制御工程は、第1および第2の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度と酸素濃度を調節するようにしてもよい。

【0184】請求項13および14に記載の本発明の処理システムは、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理するシステムである。

【0185】請求項15乃至17に記載の本発明の処理方法は、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理する方法であるすなわち、請求項13乃至17に記載の本発明の処理システムまたは処理方法の基本的な考え方は、気密容器内に樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を導入し、まず樹脂部分を加熱分解し、気化、油化、炭化する。この樹脂の分解は、気密容器内の温度、圧力または酸素濃度を金属が酸化したり気化しないような条件に調節して行うようにしてもよい。

【0186】この操作のみでは未だ処理対象物体中から金属を分離することが困難な場合には、ついで気密容器内の温度、圧力を調節して処理対象物体中の金属を選択的に気化させる。複数の金属（元素）が処理対象物体中に含まれる場合には、それぞれの金属に応じて気密容器内の温度、圧力を調節し、金属毎に選択的に気化するようにすればよい。請求項13乃至17に記載の本発明の処理システムまたは処理方法の装置部分については、例えば請求項1乃至3に記載の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0187】請求項13乃至17に記載の本発明の処理システムまたは処理方法の処理対象物体は、単に樹脂と金属とを有する物体だけでなく、樹脂と金属が一体化した物体も処理できる。このような樹脂と金属とを有する物体としては、例えば、レトルト食品などの包装容器などのプラスチックフィルムでラミネートされたアルミニウム箔や、樹脂と銅・ニッケルなどの金属が一体化したプリント基板、フレキシブル基板あるいはTABのフィルムキャリア、IC、LSI、抵抗器、などを1例としてあげることができる。

【0188】また、例えば請求項4乃至7に記載の処理システムまたは処理方法で鉛を除去した廃棄物を処理対象物体とするようにしてもよい。

【0189】さらに、請求項8乃至12記載の処理システムまたは処理方法で、金属または合金による接合を解除した物体を処理対象物体とするようにしてもよい。例えば請求項8乃至12記載の処理システムまたは処理方法で実装基板を基板と電子部品とに分離し、基板、部品をそれぞれ処理対象物体とするようにしてもよい。

【0190】さらに請求項4乃至12に記載の処理システムまたは処理方法と請求項13乃至17に記載の処理システムまたは処理方法を組合わせるようにしてもよ

い。

【0191】処理対象物体の構成金属が、全体として酸化したり気化したりしないようにするには、例えば、気密容器内の圧力を制御して廃棄物を加熱するようにしてもよいし、気密容器内の酸素濃度を制御して処理対象物体を加熱するようにしてもよい。酸素濃度を制御するには、気密容器内の全圧を調節することにより酸素分圧を調節するようにしてもよいし、窒素ガス、希ガスなどのガスを気密容器内に導入して系内の酸素濃度を調節するようにしてもよい。処理対象物体の加熱により樹脂部分の酸化が急速に進むと、すなわち燃えてしまうと、樹脂部分と一体化している金属部分も酸化されて酸化物となり利用価値が低下するので注意が必要である。

【0192】また、処理対象物体の加熱にあたっては、気密容器内が減圧されると熱伝導率が低下し昇温効率が低下するので、樹脂の酸化状態が保たれるような温度まで加熱してから減圧し、さらに加熱するようにしてもよい。

【0193】さらに、気密容器内を非酸化雰囲気中で金属の酸化状態が保たれるような温度まで加熱加圧することで熱伝導率を高くして昇温効率を向上させ、酸化状態が保たれるような温度まで加熱してから減圧し、さらに加熱するようにしてもよい。加圧加熱することにより比較的分子量の小さい樹脂の分解成分の回収率が高くなる。

【0194】また金属部分が複数の金属からなっているような場合、さらに加熱し、元素ごとに選択的に蒸発させて回収するようにしてもよい。

【0195】処理対象物体の樹脂の分解生成ガスは凝縮させて回収するようにしてもよく、例えば油化装置などで回収するようにしてもよい。水素ガスは吸着させるなどして回収するようにすればよいし、またハロゲン化炭化水素などが発生する場合には、例えば触媒などを用いて分解するようにしてもよい。

【0196】また、樹脂がポリ塩化ビニル系の樹脂などをハロゲンを含む場合には、まず最初に廃棄物の構成金属の酸化状態が保たれる範囲で常温加熱してハロゲンガスを発生させるようにしてもよい。発生したハロゲンガスは、例えば高温に加熱した鉄と接触させハロゲン化鉄として回収するようにしてもよいし、アンモニアと反応させハロゲン化アンモニウムとして回収するようにしてもよい。

【0197】廃棄物の加熱により生じたこれらのガスはマルチガス処理システムにより処理するようにしてもよい。

【0198】処理の1例として例えば、各種包装容器などに用いられているプラスチックフィルムでラミネートされたアルミニウム箔（樹脂被覆アルミニウム箔という、以下、同じ）の処理について673K未満では樹脂部の炭化・油化などの分解が不十分である。また、92



3 K以上に加熱するとアルミニウムは溶融してしまうので、673～923 Kの温度で加熱することにより、樹脂部分は分解（気化、油化、炭化）し、アルミニウム箔は金属状態のまま回収される。

【0199】気密容器内の圧力を $10^{-2}$  Torr程度以下に減圧し、あるいは $N_2$  Arなどのガスを導入して酸素濃度を調節して加熱すればさらに好適である。加熱温度も823～873 Kにすればさらに好ましい。

【0200】また本発明の廃棄物処理システムは、樹脂と銅とが一体化した廃棄物を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、銅が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が分解するように気密容器内の温度を制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0201】また、本発明の廃棄物処理システムは、樹脂と銅とが一体化した廃棄物を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、銅が実質的に酸化しないように維持するとともに前記樹脂が分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0202】673 K未満では樹脂部の炭化・油化などの分解が不十分である。673～923 Kの温度で加熱することにより、樹脂は気化油化炭化し、銅は金属状態のまま回収することが可能である。

【0203】気密容器内の圧力を $10^{-2}$  Torr程度以下に減圧し、あるいは $N_2$  Arなどのガスを導入して酸素濃度を調節して加熱すればさらに好適である。加熱温度も823～873 Kにすればさらに好ましい。

【0204】

【発明の実施の形態】図1は本発明の処理装置の1例を概略的に示す斜視図である。一部を切り欠いて内部の様子を示した。

【0205】この処理装置100は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体150を処理するものであり、パージ室101、第1の気密室102、第2の気密室103、冷却室104から構成されている。

【0206】これら各室は開閉可能な隔壁である扉105によって隔てられている。すなわち、装置外部とパージ室101とは扉105aにより、パージ室101と第1の気密室102とは扉105bにより、第1の気密室102と第2の気密室103とは扉105cにより、第2の気密室103と冷却室104とは扉105dにより、そして冷却室104と装置外部とは扉105eによりそれぞれ隔てられている。

【0207】これら各室を隔てる扉105は気密保持性と断熱性を備えており、各室を熱的、圧力的に隔てている。扉105a、105bにかかる熱的負荷は小さいので気密性が保持できればよい。

【0208】パージ室101には排気系106が接続さ

れている。この排気系106は油拡散ポンプ106a、ブースターポンプ106b、ロータリーポンプ106cを備えている。パージ室101と排気系106との間、それぞれの真空ポンプ間には図示しないバルブが配設されている、このことは以下特に述べない場合も同様である。

【0209】パージ室101と排気系106との間には、パージ室101内の減圧などにより処理対象物体150から排出される水分や水素ガスなどを除去するトラップ107が配設されている。したがって、パージ室内で処理対象物体150から水分や水素ガスなどが排出されたとしても、排気系106に悪影響を及ぼすことはない。このトラップ107は必要に応じて備えるようにすればよい。

【0210】パージ室101内の圧力はこの排気系106と、図示しない圧力センサである真空計により調節している。真空計としてはブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0211】また、パージ室101にはパージ室101内をガス置換するためのキャリアガス導入系が接続されており、108はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。ここではキャリアガスとして $N_2$ を用いているが、例えばArなどの希ガスを用いるようにしてもよい。

【0212】また、パージ室101に加熱手段を備えて、処理対象物体150を予熱するようにしてもよい。

【0213】パージ室101と第1の気密室102の圧力をほぼ等しくし、扉105bを開きプッシャー130で処理対象物体150を第1の気密室102へ移動させる。以後特に述べない場合にも、扉105は両側の圧力をバランスさせて開閉するようにすればよい。

【0214】第1の気密室102は、処理対象物体150の構成金属の酸化状態を保持しながら構成樹脂を分解するための処理室である。

【0215】この第1の気密室102は加熱手段である電熱ヒーター109を備えている。加熱手段は電熱ヒーター109に限らず、必要に応じて選択または組合わせて備えるようにすればよい。例えばガス、油等を燃焼させてもよいし、誘電加熱を行うようにしてもよい。また、処理対象物体150の構成樹脂の分解生成物であるガスや油を燃焼させるようにしてもよい。

【0216】第1の気密室102内の温度は、この電熱ヒーター109と図示しない温度センサおよび温度センサから測定値により電熱ヒータを制御する図示しない制御手段により調節している。制御手段は、例えば、温度センサからの測定値または測定電圧を入力とし、電熱ヒーターへの投入電力を変化させるような信号または電圧を出力とするプログラムを電子計算機に搭載して用いるようにしてもよい。

31

【0217】このような制御はアナログ回路によってもよいし、測定温度に応じて人間が加熱手段を操作するようにしてもよい。

【0218】図1に例示した処理装置においては、第1の気密室102内の温度は、後述する第1の気密室102内の圧力、酸素濃度とともに、また、ページ室101、第2の気密室103、冷却室104内の諸条件および隔壁105の開閉、処理対象物体150の移送とともに、統合的に図示しない制御手段により制御している。この制御手段は、例えば制御プログラムを電子計算機に

10 搭載して行うようにしてもよい。

【0219】第1の気密室102にも排気系110が接続されている。この排気系の構成はページ室101の排気系110と同様の構成となっている。

【0220】第1の気密室102内の圧力はこの排気系110と、図示しない圧力センサである真空計により調節している。真空計としては前述同様ブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0221】第1の気密室102には、この室内の酸素濃度を調節するためのキャリアガス導入系が接続されており、112はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。

【0222】ここではキャリアガスとしてN<sub>2</sub>を用いているが、例えばArなどの希ガスを用いるようにしてもよい。

【0223】排気系110とキャリアガス導入弁112を適当に操作することにより、第1の気密室内を減圧、または加圧することができる。この装置の圧力調整手段は、10<sup>-3</sup>Torrから4×10<sup>3</sup>Torr程度まで系内の圧力を調節できるようになっている。排気系の能力、容量を変えらることにより、さらに減圧するようにしてもよい。またキャリアガスを予圧することによりさらに加圧するようにしてもよい。

【0224】第1の気密室102内の酸素濃度は、キャリアガス導入弁112と、図示しない酸素濃度センサにより調節される。酸素濃度センサとしては、例えばジルコニアセンサを用いるようにしてもよい。第1の気密室102内の温度がジルコニアセンサには低い場合には、例えば第1の気密室102内から抽出したガスを773K程度に調節して測定するようにしてもよい。

【0225】ジルコニアセンサ以外にも例えば系内のガスを赤外分光して酸素濃度を測定するようにしてもよい。

【0226】第1の気密室102内の酸素濃度は例えばN<sub>2</sub>のようなキャリアガスの導入ではなく、系内の全圧により調節するようにしてもよい。

【0227】処理対象物体150の構成樹脂の分解が始まると、第1の気密室102内は樹脂の分解生成ガス雰

32

囲気が卓越する。したがって、樹脂の分解開始前に第1の気密室102内を減圧して酸素濃度を十分に低下させておけば、処理対象物体150の燃焼や、処理対象物体150の構成金属の酸化を防ぐことができる。

【0228】前述のように、第1の気密室102内の圧力、酸素濃度についても温度と同じように制御するようにすればよい。例えば、圧力センサ、酸素濃度センサからの測定値または測定電圧を入力とし、排気系110のバルブ、キャリアガス導入弁112を制御する信号または電圧を出力とするプログラムを電子計算機に搭載し制御手段として用いるようにしてもよい。

【0229】第1の気密室102と排気系110との間に、処理対象物体150の構成樹脂の分解生成ガスを回収するための油化装置111が配設されている。この油化装置111は処理対象物体150の分解により生じたガスを凝縮させ例えば軽油、重油などの油やタールとして回収するものである。前述のように回収した油を加熱手段として用いるようにしてもよい。

【0230】また、処理対象物体150の構成樹脂の分解生成ガス中にハロゲン、ハロゲン化炭化水素などのガスが含まれる場合には、例えば触媒などを用いて分解するようにすればよい。

【0231】処理対象物体150から排出される有害なガスを装置外に漏らさないために、各室に接続した排気系106、110、114、115の後段に図示しないマルチ排ガスチャンバを備えるようにしてもよい。

【0232】第1の気密室102内の温度、圧力、酸素濃度は上述のように制御される。したがって、処理対象物体150の構成金属は酸化したり気化することなく、構成樹脂を分解することができる。そして構成樹脂の分解生成ガスは油化装置により回収される。第1の気密室102内で処理対象物体の構成樹脂を完全に炭化する必要はなく、後段の第2の気密室103で金属を分離回収する際の妨げにならない程度に分解できればよい。

【0233】第1の気密室102での処理終了時には、処理対象物体150に残った構成樹脂のほとんどは炭化物として存在することになる。

【0234】本発明の処理装置100では、第1の気密室102で加熱した処理対象物体150を冷却することなく第2の気密室103に移送するので、熱効率が非常に高い。

【0235】第2の気密室103は、処理対象物体150の構成金属を処理対象物体150から選択的に気化させ回収するための処理室である。

【0236】この第2の気密室103は加熱手段として第1の気密室と同様の電熱ヒーター109を備えている。加熱手段は電熱ヒーター109に限らず、必要に応じて選択または組合わせて備えるようにすればよい。

【0237】前述のように、第2の気密室103内の温度は、この電熱ヒーター113と図示しない温度センサ

により第1の気密室102内と同様に制御している。すなわち、第2の気密室103内の温度は、第2の気密室103内の圧力、酸素濃度などとともに、また、パージ室101、第1の気密室102、冷却室104の諸条件および隔壁105の開閉とともに、統合的に図示しない制御手段により制御している。

【0238】第2の気密室103にも排気系114が接続されている。この排気系の構成はパージ室101の排気系114と同様の構成となっている。

【0239】第2の気密室103内の圧力はこの排気系114と、図示しない、圧力センサである真空計により調節している。真空計としては前述同様ブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0240】第2の気密室103には、この室内の酸素濃度を調節するためのキャリアガス導入系が接続されており、112はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバに接続されている。ここではキャリアガスとして $N_2$ を用いているが、例えばArなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。

【0241】排気系114とキャリアガス導入弁112を適当に操作することにより、第1の気密室内を減圧、または加圧することができる。この装置では、 $10^{-3}$  Torr から  $4 \times 10^3$  Torr 程度まで系内の圧力を調節できるようになっている。排気系の能力、容量を変えることにより、さらに減圧するようにしてもよい。またキャリアガスを予圧することによりさらに加圧するようにしてもよい。

【0242】第2の気密室内103内の減圧にともなう処理対象物体150の構成金属の蒸気圧（沸点）は下がるから、より低い温度で金属を気化させることができる。したがって、第2の気密室103が備える加熱手段、排気手段の能力は処理対象物体150から分離、回収する金属の種類に応じて変えるようにすればよい。例えば、第2の気密室内103内をより高温に加熱するのに、誘電加熱手段を備えるようにしてもよい。また例えば第2の気密室内103内をより高真空中に減圧するのに、より能力が高く排気量の大きい真空ポンプを備えるようにしてもよい。第2の気密室内103内の容量によ

っては、イオンゲッターポンプ、ターボ分子ポンプなどを用いて、さらに高真空中を得るようにしてもよい。

【0243】第2の気密室103内の酸素濃度は、系内が十分に減圧されているために特に調節しなくても十分に低い。したがって、積極的に調節する必要はないが、酸素濃度調節手段を備える場合には、第1の気密室102と同様にすればよい。

【0244】また図1に示した処理装置100は、第2の気密室103を1室備えた構成を例示したが、第2の気密室103を複数備えるようにしてもよい。内部の温

度、圧力条件の異なる複数の第2の気密室103を備えることにより、蒸気圧の異なる複数の金属を処理対象物体150から気化させ回収することができる。

【0245】また、処理対象物体150から金属を元素ごと分離して回収する必要がある場合には、処理対象物体150から複数金属を気化させ、回収するようにしてもよい。例えば、Pb-Sn合金を処理対象物体から除去する時は、第2の気密室103内の圧力で、PbおよびSnが気化するような温度に加熱し、PbおよびSnを回収するようにしてもよい。もちろん、PbとSnとを選択的に気化して、それぞれ回収するようにしてもよい。

【0246】第2の気密室103と排気系114との間に、処理対象物体150から気化した気体状態の金属を回収するための回収チャンバ115が配設されている。この回収チャンバは、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するものである。回収チャンバ115内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバ115と第2の気密室103との間、回収チャンバ115と排気系114との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体150から気化した金属が回収チャンバ115内に導入されたら、回収チャンバ115を閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0247】気化した金属を連続的に凝縮、回収する場合でも、バッチ処理で凝縮、回収する場合でも、回収チャンバ115内の気化した金属の滞留時間が長くなれば回収効率は高まる。

【0248】また、第2の気密室103内に $N_2$ や希ガスをキャリアガスとして導入するようにしてもよい。気化した金属はキャリアガスにより回収チャンバに効率的に導入される。

【0249】回収チャンバ115は、第2の気密室103に複数系統備えるようにしてもよい。複数の回収チャンバ115で同じ金属を回収するようにしてもよいし、第2の気密室103内の温度と圧力を段階的に調節して複数の金属をそれぞれ選択的に気化させ、複数系統の回収チャンバ115を切り換えて回収するようにしてもよい。

【0250】第2の気密室103内の温度、圧力、酸素濃度は上述のように制御される。したがって、処理対象物体150の構成金属をその蒸気圧に応じて気化させ、回収チャンバ115で金属状態のまま回収することができる。

【0251】なお、第1の気密室での処理対象物体150の構成樹脂の分解の程度によっては、構成樹脂が分解生成ガス等を排出することがある。このような分解生成ガスは、回収チャンバ115の後段を油化装置111ないしは図示しないマルチ排ガスチャンバなどに接続して

処理するようにすればよい。

【0252】このように第2の気密室103では処理対象物体から所定の金属を気化させ回収することができる。

【0253】第2の気密室103から処理対象物体150を直接装置100の外部へ取り出すと、処理対象物体150が急速に酸化する恐れがある。また、第2の気密室103内を大気圧に戻さねばならず、第2の気密室103内の気密性を保持するという観点からも不便である。このために図1に例示した処理装置100では、第2の気密室103の後段に冷却室104を備えている。

【0254】この冷却室はページ室101、第1の気密室102、第2の気密室103と同様の圧力調節手段と、酸素濃度調節手段とを備えている。すなわち、前述同様の排気系116と、キャリアガス導入弁117とを備えている。

【0255】第2の気密室103内で所定の金属を分離された処理対象物体150は、冷却室104へ移送され圧力と酸素濃度が調節された状態で冷却される。キャリアガスは酸素濃度の調節だけではなく処理対象物体150の冷却ガスとしても機能する。

【0256】冷却室104と排気系116との間に、予熱により処理対象物体から排出されるガスなどを除去するためのトラップ118を配設するようにしてもよい。

【0257】冷却室内104内で処理対象物体150を十分冷ましたなら、装置外部へ取り出す。

【0258】なお、処理装置100への処理対象物体150の導入と、取出し、また各室間の処理対象物体150の移送は、プッシャー130、ドローワー131により行うようにすればよい。

【0259】プッシャー130およびドローワー131の操作は、隔壁105の開閉とともに、前述した図示しない制御手段により行うようにしてもよい。

【0260】図2は図1に例示した本発明の処理装置を模式的に示す図である。

【0261】図1には図示していない、ページ室101内の圧力センサ202a、第1の気密室102内の温度センサ201a、圧力センサ202b、酸素濃度センサ203、第2の気密室103内の温度センサ201c、圧力センサ202c、冷却室104内の圧力センサ202dからの信号は制御手段を構成する制御盤200に伝達される。制御手段は電子計算機にプログラムを搭載して構成するようにしてもよい。

【0262】そして制御手段は装置内の各室内の状態に応じて、加熱手段、圧力調節手段、酸素濃度調節手段を制御するようにすればよい。また、隔壁105の開閉、プッシャー130、ドローワー131による処理対象物体150の移送もこの制御手段により行うようにしてもよい。210は各室内の温度、圧力、酸素濃度などの状態、隔壁105の開閉状態などを操作員に示すモニタで

ある。また211はマルチ排ガス処理装置である。

【0263】図3は、本発明の処理装置の別の1例を概略的に示す図である。一部を切り欠いて内部の様子を示した。この処理装置300も樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体350を処理するものである。

【0264】この処理装置300はページ室301、気密室302、冷却室303から構成されている。この気密室300は、図1に例示した処理装置100の第1の気密室102と、第2の気密室103の機能を兼ね備えている。すなわち、気密室302内でまず処理対象物体350の構成樹脂を分解し、ついで同じ気密室内302で金属を分離回収する。特に樹脂の分解により所望の金属が単離される状態になる場合には、処理対象物体350の構成金属を気化させる必要はない。

【0265】気密室302は温度調節手段と、圧力調節手段と、酸素濃度調節手段とを備えているが、酸素濃度は前述のように気密室302内の全圧により調節するようにしてもよい。

【0266】気密室302内の温度調節は、電熱ヒータ309と図示しない温度センサにより行うようにすればよい。

【0267】気密室302内の圧力調節は、排気系310、314と、キャリアガス導入系と、図示しない圧力センサにより行うようにすればよい。312はキャリアガス導入弁である。

【0268】気密室302と排気系310との間には、処理対象物体350の構成樹脂の分解生成ガスを回収するための凝縮回収手段である油化装置311が配設されている。

【0269】また、気密室302と排気系314の間には、処理対象物体350のから気化した構成金属のガスを回収するための凝縮回収手段である回収チャンバ315が配設されている。処理対象物体の構成金属を気化させる必要がない場合には、複数の油化装置311を配設するようにしてもよい。

【0270】ページ室301、冷却室303、隔壁305、キャリアガス導入系、プッシャー330、ドローワー331については図1に例示した処理装置100と同様である。また、制御手段についても同様に備えるようにすればよい。

【0271】このように本発明の処理装置は、もっとも基本的には、処理対象物体の構成樹脂を構成金属を酸化させないように分解する部分からなる。この部分に構成金属を処理対象物体から気化させて分離、回収する部分を組合わせることにより、処理できる物体の範囲が大きく広がる。

【0272】例えば樹脂被覆アルミニウム箔などの処理は、樹脂部分を制御された雰囲気下で分解することにより、アルミニウムを金属状態で回収することができる。

【0273】また基板に電子部品が搭載された実装基板

などの処理は、ハンダ合金を気化させて回収し、基板と電子部品とを分離すればよい。

【0274】図4は本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図である。

【0275】この処理装置400は第1の気密室401と第2の気密室402とを備えている。第1の気密室401は図示しない温度調節手段を備えており、排気系403と油化装置404に接続されている。第2の気密室は図示しない温度調節手段を備えており、排気系405と回収チャンバ406に接続されている。また、第1の気密室401、第2の気密室402にはキャリアガス導入系407が接続されており、気密室内の酸素濃度の調節、加圧を行うことができる。408はキャリアガスリザーバである。

【0276】すなわち樹脂と金属とを有する処理対象物体の構成樹脂を第1の気密室401内で分解し、分解生成ガスを油化装置404で回収する。このとき、前述した制御手段などで、第1の気密室401内の温度、圧力、酸素濃度を調節して処理対象物体の構成金属の状態を保持しながら樹脂を分解するようにすればよい。

【0277】第2の気密室402では、内部の温度、圧力を調節して構成金属を気化させ、回収チャンバ406で回収する。第2の気密室402内の温度、圧力についても第1の気密室401同様の制御手段で調節するようにすればよい。

【0278】第1の気密室401の前段または第2の気密室402の後段にパージ室を配設するようにしてもよい。

【0279】図5は本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図である。

【0280】この処理装置500は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理する装置であり、パージ室501、第1の気密室502、第2の気密室503、第3の気密室504、冷却室505を備えている。

【0281】パージ室501はトラップ506と排気系507に接続されている。第1の気密室502は油化装置508と排気系509に接続されている。第2の気密室503は回収チャンバ510と排気系511に接続されている。第3の気密室504は回収チャンバ512と排気系513に接続されている。冷却室505はトラップ514と排気系515に接続されている。第1の気密室502、第2の気密室503、第3の気密室504は図示しない温度調節手段を備えている。516はキャリアガス導入系であり、517はキャリアガスリザーバである。

【0282】また、第1の気密室502は図示しない酸素濃度センサを備えており、全圧とは独立に系内の酸素濃度を調節できるようになっている。

【0283】すなわち、処理装置500は処理対象物体の構成金属を気化させるための処理室を複数備えたもの

である。処理対象物体が複数の構成金属を有する場合にも、第2の気密室503と第3の気密室504でそれぞれ選択的に気化させ、回収することができる。

【0284】図6は本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図である。

【0285】この処理装置600は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理する装置である。この処理装置600は1つの気密容器601に複数の回収系を接続したものであり、気密容器601内部の温度、圧力、酸素濃度に応じて回収系を切り換えて処理する。

【0286】図7は気密容器601内の温度、圧力、酸素濃度を調節する制御系610の構成を模式的に示す図である。前述のように制御手段611の全部または一部を、例えば制御プログラムとして電子計算機に搭載して装置の制御を行うようにしてもよい。

【0287】気密容器601には、処理対象物体の構成樹脂の分解生成ガスを回収する複数系統の油化装置602が接続され、それぞれの油化装置602は排気系603に接続されている。一般に樹脂の分解生成ガスは大量に排出されるから、このように複数の油化装置を備えることにより気密容器内の状態制御が容易になるし、排気系の負担も軽減される。

【0288】排気系603の後段には、排ガスを無害化、無臭化、無煙化する排ガス処理装置604を備えている。

【0289】気密容器601には、気密容器601内で気化させた処理対象物体の構成金属を回収する複数系統の回収チャンバ605が接続され、それぞれの回収チャンバは排気系606に接続されている。

【0290】気密容器601に接続された複数系統の回収チャンバ605は同じ金属を回収するようにしてもよい。また、気密容器601内の温度、圧力条件に応じて切替えることにより、蒸気圧（沸点）の異なる複数の金属をそれぞれ回収するようにしてもよい。

【0291】また、気密容器601にはキャリアガス導入系が接続されている。607はキャリアガスリザーバである。 $N_2$ 、Arなどのキャリアガスの導入により気密容器601内の酸素濃度を全圧とは独立に調節することができる。また、予圧したキャリアガスを導入することにより気密容器601内を加圧するようにしてもよい。非酸化雰囲気中で処理対象物体を加圧することにより、構成樹脂の分解効率が向上する。

【0292】また、気密容器601内の酸素濃度は全圧により調節するようにしてもよい。図8は本発明の処理装置の回収系の別の1例を模式的に示す図である。

【0293】この処理装置図6に例示した処理装置と同様の構成であるが、回収系以外の部分の図示は省略している。

【0294】気密容器601と開閉可能な隔壁610に

より隔てられた回収室611が配設されている。この回収室611は図示しない温度調節手段を備えている。回収室611にはキャリアガス導入系を接続するようによい。

【0295】そして、この回収室611には、回収チャンバ605と、排気系606が接続されている。

【0296】気密容器601内が所定の金属が気化する温度、圧力条件になったら、隔壁610を開いて処理対象物体612を回収室611へ導入し隔壁610を閉じる。そして温度圧力条件を保って、回収チャンバ605により気化した金属を凝縮させて回収するようによい。

【0297】このような回収室611を備えれば、回収室611で処理対象物体から金属を回収している間も、気密容器601内の温度、圧力、酸素濃度などの諸条件を回収室611と独立に制御できる。したがって、装置の運用効率が向上する。

【0298】このような回収室は例えば図1、図3、図4、図5に例示したような処理装置に配設するようによい。

【0299】図9は例えば図1に例示した処理装置100に接続した回収室901を含む回収系を模式的に示す図である。

【0300】処理装置100の第2の気密室103に回収室901が接続されており、第2の気密室103と回収室901との間は開閉可能な隔壁902により隔てられている。回収室901は図示しない温度調節手段を備えている。またキャリアガス導入系を接続するようによい。回収室901には回収チャンバ115、排気系114が接続されている。また、回収室901とは並列に回収チャンバ115、排気系114を接続するようによい。

【0301】図10および図11は回収チャンバの構造の1例を概略的に示す図である。

【0302】図10は向流構造の回収チャンバを、図11はサイクロン型の回収チャンバをそれぞれ示している。回収チャンバは処理対象物体から気化した金属を凝縮できればよい。また、これらの回収チャンバを多段に接続するようによい。図12は、処理対象物体から排出され、油化装置や回収チャンバなどにより回収されない排ガスを処理する排ガス処理装置の構成の1例を概略的に示す図である。油化装置または回収チャンバなどの回収系の後段に、マルチ排ガス処理フィルタ1201、無煙化フィルタ1202、無臭化フィルタ1203が接続されている。これ以外にも例えばハロゲンガスなどを回収するアルカリトラップや、触媒などを用いたハロゲン化炭化水素分解装置などを備えるようによい。

【0303】このように本発明の処理装置は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を、構成樹脂は分

解（気化、油化、炭化）し、構成金属は気化させて処理対象物体から分離回収することができる。

【0304】つぎに、鉛を構成材として有する物体から鉛を除去する処理システムについて説明する。

【0305】この処理システムは構成材の少なくとも一部に鉛と樹脂が使用された物体を処理対象としている。例えば、Pb-Sn系ハンダ合金など鉛を含む合金が使用された電子機器や自動車の電子部品などから鉛を除去することができる。

10 【0306】この処理システムは、まず樹脂部分を気化、油化、炭化など分解し、ついで鉛を気化させて処理対象物体から分離するものである。気化した鉛は回収するようによい。装置には、これまで述べたような本発明の処理装置を用いるようによい。

【0307】まず、処理対象物体の鉛が酸化しないように構成樹脂を分解する。

【0308】樹脂は323K程度から熔融等が起こり、453~873K程度に保持すると分解により主としてC1~C8の炭化水素系ガスを排出する。このような樹脂の分解生成ガスは油化装置などで回収するようによい。

【0309】この樹脂の分解工程は酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度を調節することにより、樹脂の分解生成ガスの回収効率が向上する。また、鉛の酸化を防ぐことができる。酸化鉛は鉛よりも低い温度で蒸発するから、酸素濃度を調節することにより鉛の飛散を防止し、後工程でより積極的に鉛を回収することができる。

【0310】そして、温度と圧力とを調節して処理対象物体から鉛を気化させる。処理対象物体が鉛以外に例えば鉄、銅、アルミニウム、スズなどの金属が含まれるときには、蒸気圧の差によりそれぞれの金属を選択的に気化させるようによい。鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1673Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

40 【0311】また、大気圧下では例えば2013Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0312】また、減圧下で処理対象物体を加熱することにより、さらに低い温度で処理対象物体中の鉛を気化させることができる。

【0313】圧力を $10^{-1}$ Torrに調節すれば、1100K程度に加熱することにより、処理対象物体からほ

41

ば鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0314】また、圧力を $10^{-3}$ Torrに調節すれば、900K程度に加熱することにより、処理対象物体からはほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0315】さらに、圧力を $10^{-4}$ Torrに調節すれば、700K程度に加熱することにより、処理対象物体からはほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0316】このように選択的に発生させた鉛蒸気は、例えば鉛の融点以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収するようにすればよい。

【0317】図13は鉛の蒸気圧と温度との関係を示すグラフである。気密容器内を減圧すれば鉛の沸点が下がることがわかる。

【0318】このグラフに基づいて、例えば気密容器内の圧力に応じて加熱温度を調節するようにすればよい。また、例えばこの関係をプログラムとして電子計算機に搭載し、前述した本発明の処理装置の制御手段として用いるようにしてもよい。

【0319】ここで、鉛と樹脂とを構成材として有する物体の1例として、回路基板に各種電子部品がPbを含むハンダ合金で搭載された実装基板を処理対象物体として処理した例を説明する。

【0320】図14はこのような実装基板1300を模式的に示す図である。

【0321】銅箔1301と樹脂1302とが積層された回路基板1303に電子部品1304が搭載されている。この電子部品1304は樹脂1305でパッケージングされている。そしてCu合金からなる電子部品の接続端子1306と銅箔とがPb-Sn系ハンダ合金1307で接合されている。電子部品の接続端子1306表面がハンダ合金でメッキされていることもあるが同じように処理できる。

【0322】まず、実装基板1300を気密容器内で酸素濃度を調節して加熱し、樹脂1302、1303を分解する。プリント基板の構成樹脂は一般に熱硬化性樹脂で、多くは炭化されるが、それでも多量の分解生成ガスを発生する。電子部品のパッケージング樹脂1303も同様である。

【0323】図15は構成樹脂が分解された実装基板1300を模式的に示す図である。

【0324】この状態では実装基板の構成樹脂の多くは炭化している。また、鉛は酸素濃度を調節することにより飛散することはない。

【0325】ついで気密容器内の温度と圧力を調節して、処理対象物体中の鉛を選択的に気化させる。温度と圧力は図13に基づいて決めるようにすればよい。気密容器内を減圧したほうが好ましい。これは、低い温度で鉛が気化するから投入エネルギーが少なくすむし、また

42

酸素濃度が小さくなるの鉛その他の処理対象物体の構成金属が酸化されないからである。処理対象物体の構成金属が酸化される恐れのある時には、 $N_2$ 、Arなどのキャリアガスを導入して気密容器内の酸素濃度を調節するようにすればよい。

【0326】気密容器内を減圧すればするほど、低い温度で鉛は気化する。図16は鉛1308が金属状態のまま気化する様子を模式的に示す図である。

【0327】気密容器内の温度、圧力を調節することによって、鉛だけを選択的に気化させることができる。処理対象物体に鉛より沸点の低い金属が含まれる場合には、先にそのような金属を気化させるようにすればよい。

【0328】このように、処理対象物体である実装基板1300から鉛を除去することができる。また、社会が抱える大量の廃電子機器などの実装基板を処理することにより、一般廃棄物として処理することができ、鉛の溶出により環境を汚染することはない。また、鉛以外の構成金属の分離も容易になり、資源として利用できる。構成樹脂も有価な油として、または炭化物として回収することができる。この炭化物は、肥料や、活性炭として利用するようにしてもよい。

【0329】ここでは、実装基板1300から鉛を除去するところまでを説明したが、さらに気密容器内の温度、圧力を調節して、処理対象物体の鉛以外の構成金属を気化させるようにしてもよい。

【0330】例えばハンダ合金を構成していたスズを気化させることにより、回路基板1303と電子部品1304とを分離することができる。

【0331】図17は、スズを気化させ回路基板1303と電子部品1304とが分離した様子を模式的に示す図である。

【0332】このように、鉛を除去したり、回路基板1303と電子部品1304とを分離することにより処理対象物体の有する複雑さが減少し、その後の処理が容易になる。言い換えれば、処理対象物体のエントロピーが減少し、物体の価値を高めることができる。

【0333】さらに、気密容器内の温度、圧力を調節して、回路基板1303、電子部品1304に含まれる、例えばAu、Ag、Pt、Bi、In、Ta、Ni、Cr、Cu、Al、W、Mo、Co、Pdなどの金属を気化させ回収するようにしてもよい。このような回収は回路基板1303と電子部品1304とを分離してから別に行うほうが効率的である。

【0334】図18は各種金属の沸点(蒸気圧)圧力依存性を示す図である。この図は回収可能な金属の1例として示したものであり、図示されていない金属も回収可能することができる。

【0335】図19は酸化物の生成自由エネルギーの温度依存性を示す図である。図19に示した元素は1例として示したものであり、これ以外の元素に関するデータ

も容易に計算ないしデータベースなどで得ることができる。

【0336】図18、図19に示した関係を、図13に示した鉛の沸点(蒸気圧)と圧力との関係とともに用いて、例えば気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を制御するようにすればよい。また、例えばこの関係をプログラムとして電子計算機に搭載し、前述した本発明の処理装置の制御手段として用いるようにしてもよい。

【0337】図20は本発明の鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体の鉛除去に用いる装置の1例を模式的に示す図である。装置は図20に例示した装置に限らずこれまで述べたような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0338】この処理装置2000は第1の気密室2001と第2の気密室2002を備えている。この第1の気密室2001は酸素濃度制御装置2003と、図示しないバーナー等の加熱装置とを備えている。そして、図示を省略した制御部により所定の温度で所定時間保持されるように構成されている。

【0339】処理対象物体2004の加熱により構成樹脂から排出される炭化水素系ガスは油化回収装置2005で冷却され油として回収する。2006は排ガス洗浄装置であり、この例ではアルカリ水シャワー洗浄装置等が接続されており、排ガス中のハロゲンガスは環境基準以下まで低減される。

【0340】第2の気密室2002は真空加熱炉であり、鉛回収チャンバ2007と排気装置2008を有している。

【0341】処理対象物体は、コンベアなどの移送手段2009により第1の気密室2001、第2の気密室2002へと順に送られる。

【0342】これら処理対象物体の第1の気密室2001、第2の気密室2002における滞留時間、加熱温度、圧力、酸素濃度は図示しない制御部によりそれぞれ制御される。

【0343】なお、第2の気密室2002を通過した後は残渣受け部2010に送られる。第1の気密室2001において、処理対象物体2004は例えば473K～873K程度の温度に昇温・保持され、処理対象物体2004の構成材の一部である樹脂成分は、加熱分解してC1～C8の炭化水素ガスとして排出される。

【0344】排出された樹脂の分解生成ガスは、油化装置2005で凝縮回収される。未回収のガスは排ガス洗浄装置2006で除去し、無害化、無煙化、無臭化される。つぎに、処理対象物体2004は、第2の気密室2002に送られ、例えば $10^{-5}$ Torr程度の圧力まで減圧し、温度を700K程度にして、この状態を保持する。処理対象物体中の鉛は蒸気鉛として処理対象物体から放出される。第2の気密室2002の上部にはガス排出部が設けられており、処理対象物体から放出された蒸

気鉛は蒸気圧の低下により金属鉛として凝縮させる。結晶化した金属鉛は、鉛回収チャンバ2005内で析出させ回収する。また、第2の気密室2002から蒸気鉛を効率的に鉛回収チャンバ2005に送り込むため、第2の気密室2002に設けたキャリアガス導入部から $N_2$ やArなどの不活性なガスを導入し、蒸気鉛をキャリアガスとともに鉛回収チャンバ2005に送り込む。

【0345】第1の気密室の上部にはガス排出部が設けられており、排出された樹脂の分解生成ガスは油化装置2005に送られる。

【0346】油化装置2005は冷却温度が523～423Kの場合には重油、423～323Kの場合には重油と軽質油の混合物、323K～室温の場合には軽質油が主体となる。回収された油は図示を省略した回収タンクに導かれ、燃料あるいは原料として再利用できる。

【0347】油化装置2005から排出されたガスは、ガス送出部15を経て、排ガス洗浄装置2006に導かれる。この実施例ではアルカリ水シャワー洗浄等が接続されており、排ガス中のハロゲンガスは環境基準以下まで低減される。

【0348】次に、上記構成の処理装置2000を用いて、処理対象物体としてハンダを含む電子機器を処理した例について説明する。

【0349】処理対象物体2004である電子機器は前処理で破碎するようにしてもよい。ここでは電子部品を2軸型破碎機で10cm角程度に粗破碎した。粗破碎した電子機器は第1の気密室に投入した。

【0350】第1の気密室2001は炉内温度約773K程度、酸素濃度を5%程度に保持されており、電子機器を約30分間滞留させた。電子機器の構成比率の約40%を占める構成樹脂は第1の気密室2001で熱分解して炭化水素ガスとして排出し、あるいは炭化した。

【0351】また構成比率の約50%を占める鉄・銅・アルミニウム等の金属類と、構成比率の約10%を占める実装基板には、第1の気密室2001内で化学的变化は起こらなかった。すなわち酸化状態や相平衡状態は実質的に維持された。

【0352】構成樹脂を分解した電子機器は、冷却されることなく第2の気密室2002に搬送した。第2の気密室2002は圧力を約 $10^{-3}$ Torr程度、温度約900K程度に保持し、電子機器を約30分程度滞留させた。

【0353】電子機器の約10%を占める実装基板には、基板重量の約5～10%のハンダが合金が使用されている。また、このハンダ合金の約40wt%は鉛である。

【0354】すなわち、電子機器中には0.2～0.4%の鉛が構成材の一部として使われている。この鉛は第2の気密室2002で蒸気鉛として気化し、キャリアガスとともに鉛回収チャンバ2005に送り込まれ、金属鉛として回収した。



【0355】鉛の回収率を向上させるには、鉛回収チャンバ2005内部での鉛蒸気の滞留時間をできるだけ長くすることが好ましい。この例では、鉛の回収率は98%であった。回収された鉛は不純物が少なく、有価な金属として再利用が可能であった。

【0356】第1の気密室2001で熱分解して排出された炭化水素ガスは、油化装置2005に送り込み、300K程度の循環水で冷却した凝縮部で冷却した。この実施例では電子機器の40%が樹脂で構成される。油化率は構成樹脂の成分により異なるが、重量比の約90%が油として回収され、約10%が主として炭化物からなる残渣として残った。

【0357】回収された油は燃料あるいは原料として再利用が可能であった。また、油化装置2005を通過したガス成分は、排ガス洗浄装置2006で洗浄することにより、環境基準以下の排気ガスとして大気中に放出した。

【0358】また、電子機器の約50%の構成比率を占める鉄・銅・アルミニウム等の金属は、第1の気密室2001や第2の気密室2002で酸化されないため再利用価値が高い。この実施例では残渣受け部30に排出された残渣は、鉄・銅・アルミニウムと樹脂の炭化物残渣が主であった。

【0359】図21は例えば図20に例示した処理装置2000の第1の気密室2001と第2の気密室2002との気密性と断熱性を保つ開閉可能な隔壁2101の1例を模式的に示す図である。隔壁2101はワイヤー2102と巻上機2103によって操作される。

【0360】それぞれの隔壁2101の位置に真空扉と断熱扉を別々に備えるようにしてもよい。例えば隔壁2101bを真空扉としこの扉の第1の気密室2001側と第2の気密室2002側に同じく開閉可能な断熱扉を配設するようにしてもよい。次に、各種電子機器、自動車、精密機器、文房具、医薬品・食料品パッケージなどをはじめ、大量に用いられている樹脂と金属を含む廃棄物を処理対象物として取り上げその処理システムについて説明する。装置については前述した本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0361】このような樹脂と金属を含む廃棄物は、分離回収が困難であることから一般に焼却、埋め立て処理されている。本発明の処理システムでは、同一装置内で、廃棄物の構成樹脂の分解（気化、油化、炭化）と、構成金属を気化させ金属状態で回収するものである。特に、樹脂を含む廃棄物は減圧下では加熱時の昇温が遅く実用上問題があったが、本発明では酸素濃度を調節することによりこの問題を解決している。

【0362】本発明の処理システムは、まず樹脂と金属とを含む廃棄物を気密容器内に投入する。そして樹脂部分の回収のために酸素濃度を調節し、数気圧の圧力に加圧して加熱する。つぎに、金属の気化、回収のための減

圧および加熱を行う。

【0363】図22はこの処理システムで用いることのできる本発明の処理装置の1例を模式的に示す図である。気密容器2201内に樹脂と金属を含む廃棄物を收容し、気密容器内には昇温効率がよく耐熱性の高い金属などからなる投入棚2202が設けられている。2203は気密容器2201を開閉するドアである。気密容器内にはシーブヒーター等の加熱装置2204が設けられており、気密容器内の圧力、酸素濃度とともに制御盤2205により操作する。2206はセンサであり、気密容器2201内の温度、圧力、酸素濃度を信号として制御盤2205に伝達する。

【0364】気密容器2201は排気装置2208に接続されている。気密容器2201と排気装置2208との間には、廃棄物の構成樹脂の分解生成ガスの回収装置である樹脂回収系2209と、廃棄物の構成金属の回収装置である金属回収系2210が配設されている。樹脂回収系2209には例えば油化装置などを備えるようにすればよい。金属回収装置には例えばサイクロン分離器を備えるようにしてもよい。

【0365】廃棄物を気密容器2201内に設けられた投入棚2202に投入し、ドア2203を閉め密閉し、最初は回収系を閉じた状態で加熱（400℃）と加圧（3atm）を開始する。

【0366】この場合、減圧状態での加熱よりも昇温効率がよく、後の金属回収時の減圧加熱の際の昇温効率に貢献する。

【0367】廃棄物の構成樹脂が分解して発生したガスは複数の回収装置にガスの種類に応じて回収する。廃棄物がポリ塩化ビニル系の樹脂を含む場合には最初に常圧で加熱して塩素ガスを発生させるようにしてもよく、この塩素ガスは高温に加熱した鉄に接触させて塩化鉄として回収するか、アンモニアを添加して塩化アンモニアとして回収するようにすればよい。この場合、塩素ガスによる容器、配管等の腐食が激しいので、装置は必要に応じてステンレス鋼のかわりに Hastelloy やチタン合金等を使用するようにすればよい。なお、未回収ガスなどの排ガスは高温で燃焼させて無害化するようにしてもよい。

【0368】樹脂の一部は炭化し、肥料、燃料等に再利用することができる。真空加熱処理を行った炭化物は肥料、燃料、脱臭剤等の性能に優れている。

【0369】つぎに、樹脂回収系2209を閉じて、金属回収系2210別のパイプの回路を開く。気密容器2201内を排気装置により $10^{-3}$ Torr程度の圧力まで減圧し、金属の種類に応じて合金の沸点以上に加熱し、金属を蒸発させて金属回収系2210の途中に配設した凝縮手段により回収する。この場合、常圧より金属の蒸発温度が低くなるので比較的低い加熱温度でよく、また酸化されにくいので回収効率がよい。

【0370】このように本発明の処理システムによれば、熱効率がよく処理コストが低い。また加熱加圧を行うことにより比較的分子量の小さい油の回収効率がよく、かつ真空加熱により純度の高い金属の回収率が高い。

【0371】次に、各種電子機器、自動車、精密機器などをはじめ、大量に用いられている回路基板に各種電子部品が搭載された実装基板の廃棄物を処理対象物体として取り上げその処理システムについて説明する。装置については前述した本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0372】この処理システムはIC、LSI、抵抗器、コンデンサなどの各種電子部品が搭載された実装基板から電子部品を効率的に分離回収するものである。また、回路基板、電子部品などからなる実装基板の構成樹脂、構成金属についても分離回収し資源化するシステムである。

【0373】このような実装基板の廃棄物は電子部品の回路基板からの分離が困難であり、また実装基板は異なった材料が複雑に一体化した物体であり、その処理が困難であった。このため、埋め立て処理、焼却処理などが一般的であった。

【0374】この処理システムは、まず実装基板の廃棄物を気密容器に投入する。そして昇温効率を上げるため、常圧もしくは加圧下で樹脂があまり酸化されない温度まで加熱し、次に減圧する。これは減圧下では気密容器内の熱伝導率が小さくなるためである。

【0375】そしてこれまで前述のように樹脂を分解（気化、油化、炭化）し、分解生成ガスは回収する。

【0376】実装基板の構成樹脂を処理する際には、気密容器内の昇温効率を高めるため、樹脂が余り酸化しない温度（200℃）まで加熱後、排気系により圧力、酸素濃度を調節しながら処理対象物体である実装基板を加熱する。この場合、真空度に応じた温度で構成樹脂は分解し、真空度が高いほど低い温度で分解するので、密閉減圧力容器を痛めることはない。

【0377】電子部品のパッケージ樹脂も分解して、非常に脆くなり、パッケージ内の素子との分離が容易な状態になる。

【0378】樹脂が分解して発生するガスは複数の回収装置に発生ガスの種類に応じて回収する。例えば水素ガスはこのガスを吸着する物質により回収し、塩素ガスの場合は高温加熱した鉄に接触させて塩化鉄として回収するようにしてもよい。

【0379】なお、排ガスなどは、高温で燃焼させ無害化するようにしてもよい。

【0380】さらに回収する金属に応じて気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節し（図13、図18、図19参照）、回路基板と電子部品とを接合している合金（例えばPb-Sn合金）を気化させる。合金はそれぞ

れ蒸気圧により選択的に気化させ、分離することが再資源化の観点からも好ましい。

【0381】回路基板と電子部品とを接合している合金が気化すれば、電子部品は回路基板から分離する。

【0382】回路基板と電子部品とを接合している接合金だけでなく、実装基板に含まれるZn、Sb、Au、Pt、Ni、Cr、Cu、Al、Mo、W、Taなどの各種金属を気化させて分離回収するようにしてもよい。金属は酸化物にせず金属状態で回収できるので利用価値が高い。

【0383】ハンダ合金の気化の際には、昇温効率を上げるため、ハンダ合金が余り酸化しない温度（例えば約200℃）まで加熱後、排気手段により気密容器内を減圧してさらに加熱（例えば約400℃）し、回収経路の途中に設けた凝縮手段で凝縮するようにしてもよい。

【0384】このシステムによれば図17に示すように実装基板のハンダ合金は完全に除かれており、IC、LSI、抵抗器、コンデンサ等のリード端子部分のハンダも完全に除去されている。このため、電子部品を基板から分離できるだけでなく、後の回路基板、電子部品の再資源化を容易にして価値を高めることができる。

【0385】実装基板の構成樹脂は気化、炭化され、または中間生成物になり、有効活用が可能である。

【0386】気密容器内の真空度に応じてハンダ合金の構成金属は蒸発し、真空度が高いほど低い温度で蒸発するので、処理装置の炉壁等を痛めない。

【0387】実装基板を埋め立て処理すると、酸性雨などによりハンダ合金中のPb、Sbなどの有害金属が溶出して土壌、河川を汚染する。また、樹脂のほとんどは自然分解せず半永久的に残り処理場の不足だけでなく、環境保全の面からも問題がある。本発明の処理システムによればこれらの問題を解決することができる。

【0388】さらに回路基板や電子部品に含まれる各種金属を分離回収し資源化することができる。これらの金属の中には資源枯渇の恐れのある金属、地殻の元素存在度が小さい希少金属も含まれている。したがってこれらの金属を回収することは、大量消費社会が直面している資源、エネルギー問題の解決に大きくしするものである。

【0389】つぎに、処理対象物体として、銅箔と樹脂とが積層された回路基板を取り上げてその処理システムを説明する。

【0390】回路基板はいわゆる銅張積層板でもよいし、フレキシブル基板でも、TAB（Tape Automated Bonding）のフィルムキャリアなどでもよい。また、回路基板の製造工程で生じる、銅張積層板の切り落とし部分を処理するようにしてもよい。さらに、これまで説明してきたように、実装基板から電子部品と接合金とを分離した回路基板を処理するようにしてもよい。

【0391】また、ここでは回路基板を取り上げて説明するが、銅と樹脂とを構成材として有する物体であれば同様に処理することができる。

【0392】実装基板からのハンダ合金、電子部品の分離については前述のとおりである。実装基板の構成樹脂の分解についても前述のとおりである。

【0393】ここで樹脂の一部に紙が含まれていてもよい。このことは本発明の他の部分についても同様である。

【0394】この処理システムは、銅箔と樹脂とを効率よく分離するため、減圧条件下または非酸化条件下で回路基板を加熱し、回路基板の構成樹脂はガス、油、炭化物等に分解する。銅箔はほぼ純金属として回収される。銅に付着した炭化物などの不純物は、必要に応じて洗浄、振動、微細砂と混合回転する方法を行うようにしてもよい。装置は本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0395】図23は処理対象物体である回路基板2300を模式的に示す図である。この回路基板2300は2層板であり、銅箔2301と樹脂2302とが1体的に積層されている。

【0396】回路基板2300を気密容器内に導入し、銅2301が酸化されないように気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節して樹脂2302を分解（気化、油化、炭化）する。樹脂2302の分解生成ガスは油化装置などで回収するようにすればよい。

【0397】このとき、樹脂2302があまり酸化されない温度（例えば200℃）まで加熱し次に減圧または酸素濃度分圧を低下させ、さらに昇温（例えば400～650℃）するようにしてもよい。これは昇温効率をあげるためである。

【0398】図24は構成樹脂を分解した後の回路基板2300を模式的に示す図である。樹脂の多くは炭化物として存在している。

【0399】この状態で炭化した樹脂2302を機械的に分離するようにしてもよい。

【0400】また、気密容器内の圧力ないしは酸素濃度を調節しながら、温度を銅の融点より数十度高い温度まで加熱すると、液体状態の銅2301は表面自由エネルギー（表面張力）により粒状の銅2301bになる（図25）。この状態で冷却すれば、銅の分離回収はさらに容易である。例えば760Torrでの銅の融点は1080℃であるが、気密容器内の温度を例えば1150℃程度（760Torrの場合）に加熱することにより、銅を粒状に集めることができる。

【0401】このように減圧下もしくは非酸化雰囲気中で回路基板を加熱することにより、銅箔は殆ど酸化されことなく回収することができる。なお、必要に応じて表面に付着した炭化物等の不純物は、洗浄等により除去するようにしてもよい。

【0402】このように本発明の処理システムによれば、樹脂と銅とが一体化した物体から銅を金属状態で分離回収することができる。また、樹脂も油、炭化物として回収することができる。

【0403】つぎに、処理対象物体として、アルミニウム箔と樹脂とが積層された樹脂被覆アルミニウム箔を取り上げてその処理システムを説明する。

【0404】このような樹脂被覆アルミニウム箔は、例えばポテトチップスの袋やカレーなどレトルト食品の包装容器をはじめ、食品、医薬品の包装容器、断熱材などに幅広く用いられている。

【0405】このような樹脂被覆アルミニウム箔は樹脂とアルミニウム箔とが一体化していることから処理が困難であり、埋め立てや焼却により処理されている。焼却処理するとアルミニウムは酸化物になり、資源としての価値が著しく低下する。

【0406】アルミニウムの精練には莫大なエネルギーが投入されており、再資源化しないのはエネルギーの浪費である。

【0407】本発明は、樹脂被覆アルミニウム箔を気密容器内で酸素濃度を調節しながら加熱することにより、アルミニウムの酸化状態を保持したまま構成樹脂を分解（気化、油化、炭化）するものである。

【0408】すなわち、アルミニウム箔と樹脂とを効率よく分離するため、減圧条件下または非酸化条件下で樹脂被覆アルミニウム箔を加熱し、樹脂はガス、油、炭化物等に分解回収する。アルミニウム箔はほぼ純金属として回収される。アルミニウムに付着した炭化物などの不純物は、必要に応じて洗浄、振動、微細砂と混合回転する方法を行うようにしてもよい。

【0409】この処理システムは、樹脂被覆アルミニウム箔を、昇温効率をあげるため樹脂があまり酸化されない温度まで加熱し、次に減圧または酸素分圧を低下させ、さらに昇温して樹脂部分はガス、油、炭化物等に分解回収するものである。アルミニウム箔はほぼ純金属として樹脂から分離される。

【0410】図26は樹脂被覆アルミニウム箔2600を模式的に示す図である。樹脂2601とアルミニウム箔2602とが一体化している。

【0411】まず処理対象物体である樹脂被覆アルミニウム箔2600を本発明の処理装置へ導入する。

【0412】つぎに気密容器の昇温効率を高めるため、樹脂2601が余り酸化されない温度（例えば200℃）まで加熱後、温度・圧力条件を制御しながら樹脂被覆アルミニウム箔2600を400～650℃に加熱する（図18、図19参照）。

【0413】400℃より低温では構成樹脂の分解が不十分で、650℃より高温ではアルミ箔が溶融するのでこのような温度範囲を定めた。

【0414】圧力10<sup>-2</sup>Torr以下（もしくは非酸化雰囲気

気)で、加熱温度550～650℃で樹脂を分解することがより好ましい。

【0415】図27は構成樹脂2601を分解した後の樹脂被覆アルミニウム箔の様子を模式的に示す図であり、金属状態のアルミニウム箔2601に、樹脂分解生成物である炭化物2602bが付着している状態である。この状態では、炭化物2602bは触ただけで容易にアルミニウム箔から剥離する。したがって容易にアルミニウム箔を金属状態で回収することができる(図28参照)。

【0416】また、樹脂の分解によって発生する分解生成ガスは複数の回収装置によりガスの種類に応じて回収する。触媒を用いるようにしてもよい。

【0417】例えば、水素ガスは、例えば水素ガス吸着物質により吸着して回収するようにすればよい。塩素ガスは例えばNaOH等のアルカリ溶液でトラップし、中和するようにしてもよいし、高温に加熱した鉄に接触させて、塩化鉄として回収するようにしてもよい。

【0418】なお、未回収ガスなどの排ガスは高温で燃焼させ、無害化するようにしてもよい。樹脂の一部は炭化物または油として回収される。一般的に樹脂被覆アルミニウム箔の構成樹脂は熱可塑性樹脂であり、大くの部分を気化、油化して回収することができる。構成樹脂の炭化物は容易にアルミニウム箔と分離できた。また、アルミニウムはその金属性を保持していた。

【0419】このように樹脂被覆アルミニウム箔を減圧下もしくは非酸化雰囲気中で加熱することにより、アルミニウムは殆ど酸化されことなく回収することができる。なお、必要に応じて表面に付着した炭化物等の不純物は、洗浄等により除去するようにしてもよい。

#### 【0420】

【発明の効果】以上説明したように本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、鉛を含む物体から、鉛を気化させて除去することができる。また、鉛と樹脂とを含む物体からも鉛を除去することができる。樹脂は気化、油化、炭化して回収することができる。

【0421】鉛を除去することにより、環境汚染を防止して健康への悪影響をなくすことができる。また、廃棄物処理場の不足を解消することができる。

【0422】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は樹脂と金属とを含む物体からも金属を気化させ、金属状態で回収することができる。樹脂は気化、油化、炭化して回収することができる。

【0423】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は金属で接合された物体の接合金属を気化させ、接合を解除することができる。また合金で接合された物体の接合金を気化させ、接合を解除することができる。物体が樹脂を含む場合にも構成樹脂を気化、油化、炭化して回収することができる。

【0424】また本発明の処理装置、処理システム、処

理方法はハンダ合金で接合された物体のハンダ合金の構成金属を気化させ、接合を解除することができる。ハンダ合金が有害な鉛を含む場合でも処理できる。

【0425】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は回路基板に電子部品が搭載された実装基板を処理して、効果的に回路基板に電子部品とを分離することができる。回路基板に電子部品との接合に鉛を含むハンダ合金が使用されている場合でも、効果的に分離するとともに、有害な鉛を回収することができる。実装基板の構成樹脂も気化、油化、炭化して回収することができる。

【0426】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、金属と樹脂とを構成材として有する物体を効果的、経済的に処理できる。金属は金属状態のまま回収することができる。また樹脂は気化、油化、炭化して回収することができる。また、本発明は樹脂と複数の金属とが一体化した物体から樹脂成分と金属とを効果的に分離することができる。

【0427】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、樹脂と銅とが一体化した物体から、銅を金属状態で容易に回収することができる。樹脂も気化、油化、炭化して回収することができる。

【0428】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、樹脂とアルミニウムとが一体化した物体から、アルミニウムを金属状態で容易に回収することができる。樹脂も気化、油化、炭化して回収することができる。

【0429】樹脂から回収した油は燃料、原料として利用することができる。また、炭化物は活性炭、肥料などとして優れている。

【0430】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、エネルギー効率がよいので、より幅広い範疇の物体を処理して価値を高め再資源化を図ることができる。すなわち、本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、樹脂と金属、基板と電子部品、金属と金属のように複雑に一体化した物体から物体のもつ複雑さ、エントロピーを除去し、再資源化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理装置の1例を概略的に示す斜視図。

【図2】図1に例示した本発明の処理装置を模式的に示す図。

【図3】本発明の処理装置の別の1例を概略的に示す図。

【図4】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図5】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図6】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

53

【図7】本発明の処理装置の温度、圧力、酸素濃度を調節する制御系の構成を模式的に示す図。

【図8】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図9】本発明の処理装置に接続した、回収室を含む回収系を模式的に示す図。

【図10】回収チャンバの構造の1例を概略的に示す図。

【図11】回収チャンバの構造の1例を概略的に示す図。

【図12】排ガス処理装置の構成の1例を概略的に示す図。

【図13】鉛の沸点（蒸気圧）の温度依存性を示すグラフ。

【図14】処理対象物体である実装基板の処理前の様子を模式的に示す図。

【図15】構成樹脂が分解された実装基板の様子を模式的に示す図。

【図16】鉛が気化する様子を模式的に示す図。

【図17】回路基板と電子部品とが分離した様子を模式的に示す図。

【図18】各種金属の沸点（蒸気圧）の圧力依存性を示すグラフ。

【図19】各種酸化物の生成自由エネルギーとその温度依存性を示すグラフ。

【図20】本発明の処理装置の1例を模式的に示す図。

【図21】本発明の処理装置の隔壁を模式的に示す図。

【図22】本発明の処理装置の1例を模式的に示す図。

【図23】処理対象物体である回路基板の処理前の様子を模式的に示す図。

【図24】構成樹脂が分解された回路基板の様子を模式的に示す図。

【図25】表面張力により銅が粒状に集まる様子を模式的に示す図。

【図26】処理対象物体である樹脂被覆アルミニウム箔の処理前の様子を模式的に示した図。

54

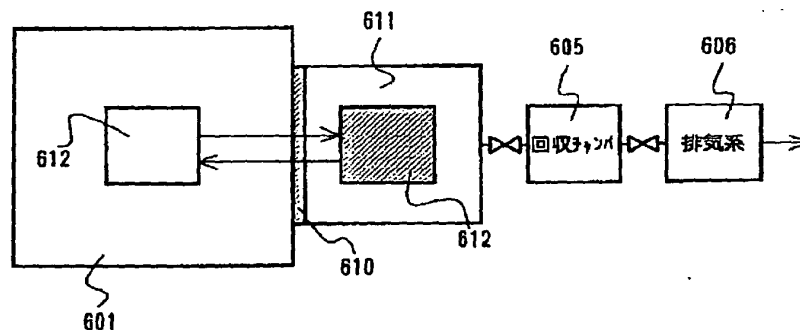
【図27】構成樹脂が分解された樹脂被覆アルミニウム箔の様子を模式的に示す図。

【図28】樹脂被覆アルミニウム箔から分離されたアルミニウム箔を模式的に示す図。

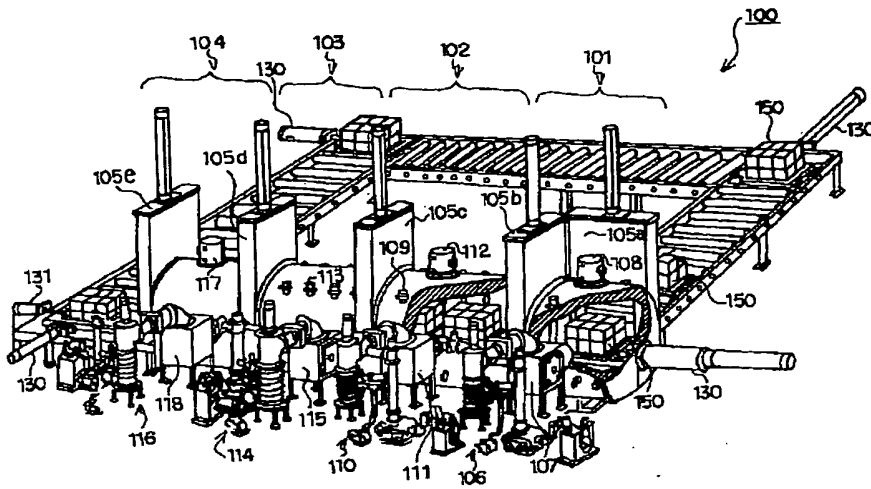
【符号の説明】

- 100……処理装置、101……パージ室、102……第1の気密室  
 103……第2の気密室、104……冷却室、105……扉、106……排気系  
 107……トラップ、108……キャリアガス導入弁、109……電熱ヒータ  
 110……排気系、111……油化装置、112……キャリアガス導入弁  
 113……電熱ヒータ、114……排気系、115……回収チャンバ  
 116……排気系、117……キャリアガス導入弁、118……トラップ  
 130……プッシャー、131……ドローワー、150……処理対象物体  
 200……制御盤、201……温度センサ、202……圧力センサ  
 203……酸素濃度センサ、204……キャリアガスリザバ  
 1300……実装基板、1301……銅箔、1302……樹脂  
 1303……回路基板、1304……電子部品、1305……パッケージ樹脂  
 1306……リード端子、1307……Pb-Sn系ハンダ合金  
 1308……鉛  
 2300……回路基板、2301……銅箔、2302……樹脂  
 2600……樹脂被覆アルミニウム箔、2601……アルミニウム  
 2602……樹脂

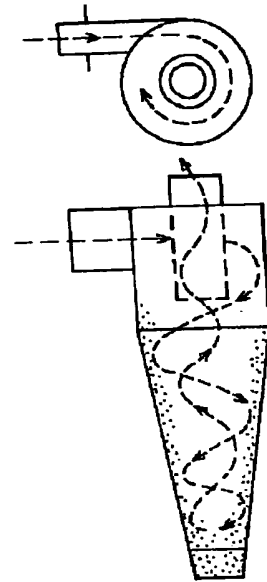
【図8】



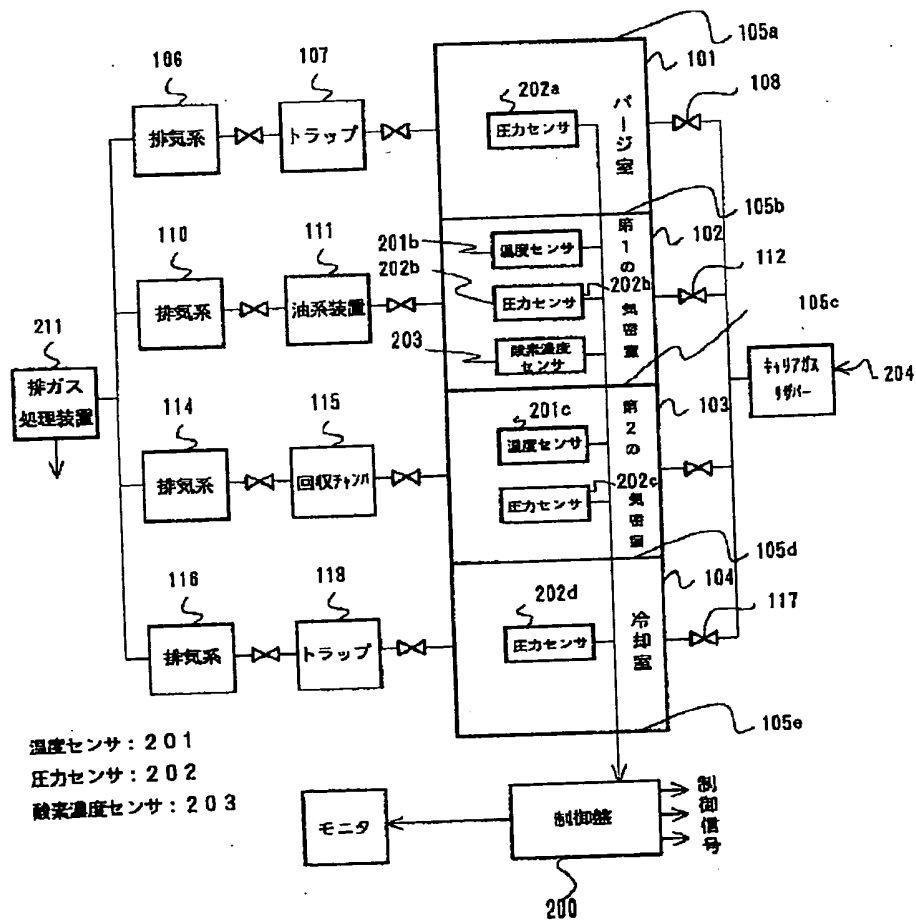
【図1】



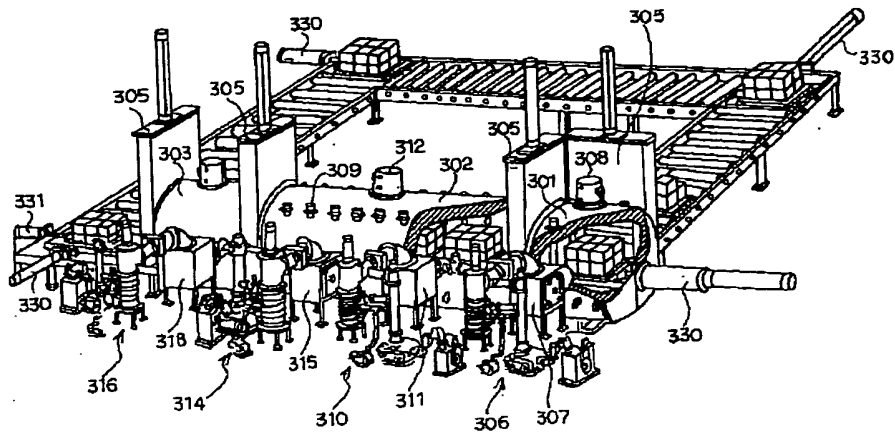
【図11】



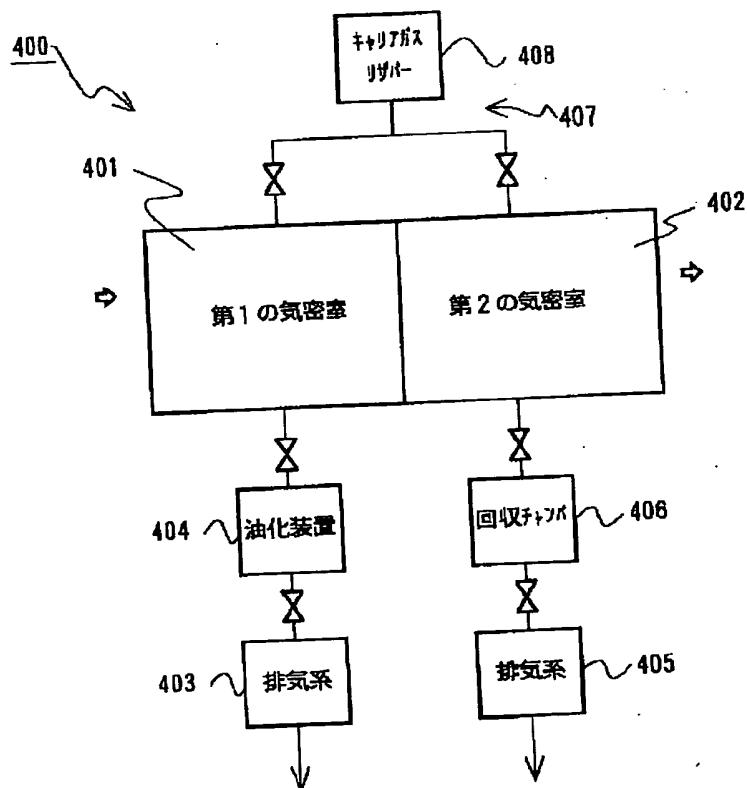
【図2】



【図3】

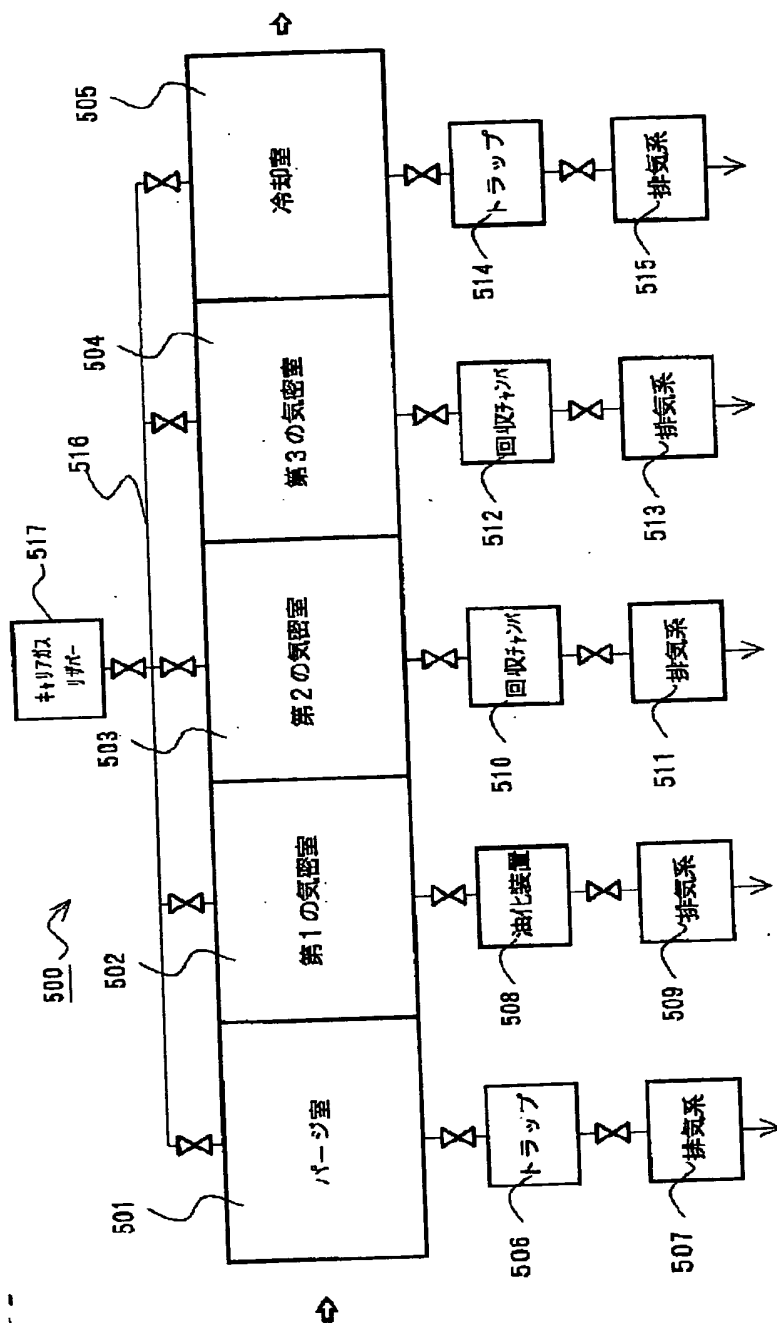


【図4】



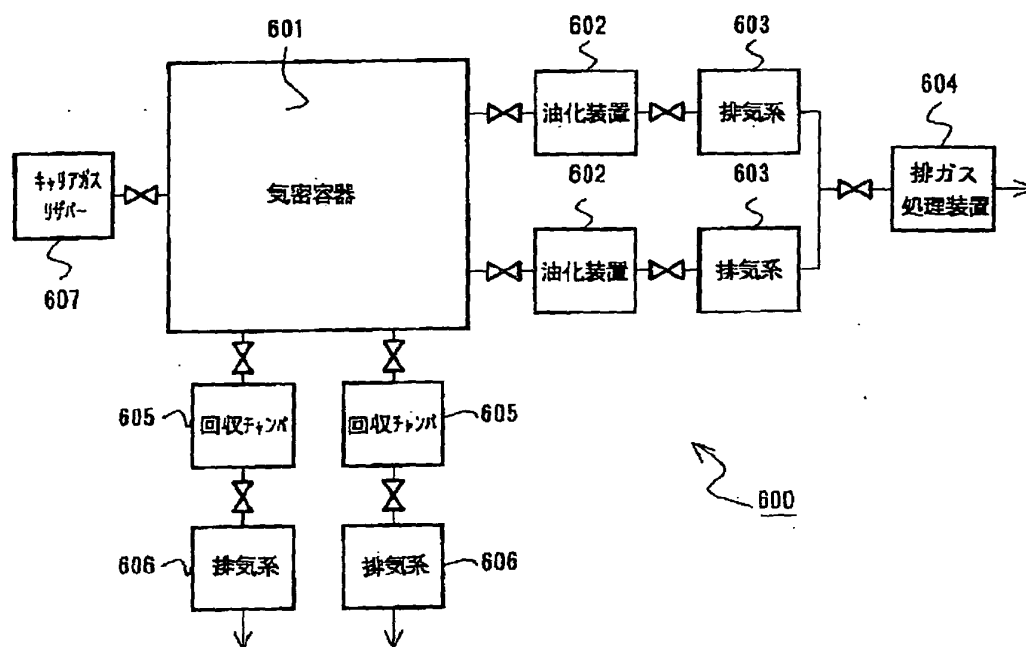
(31)

【図5】

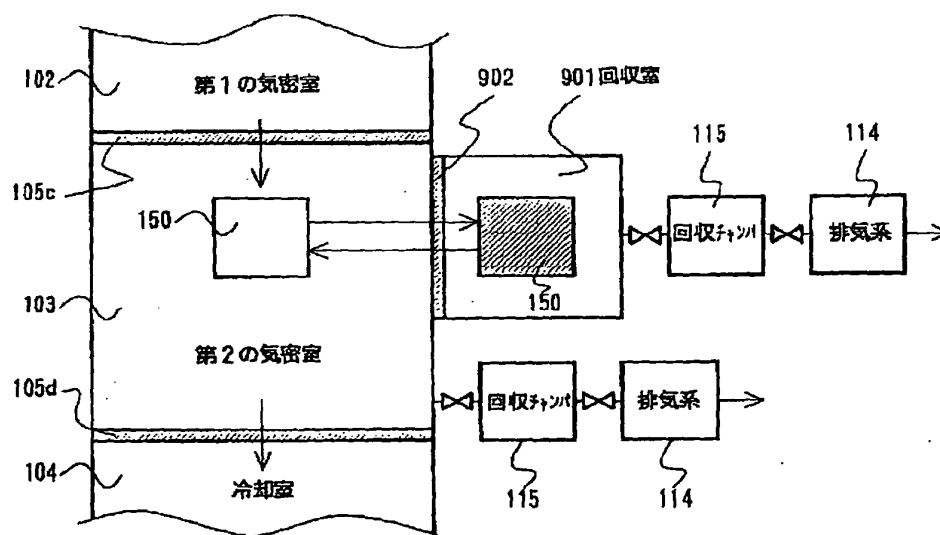




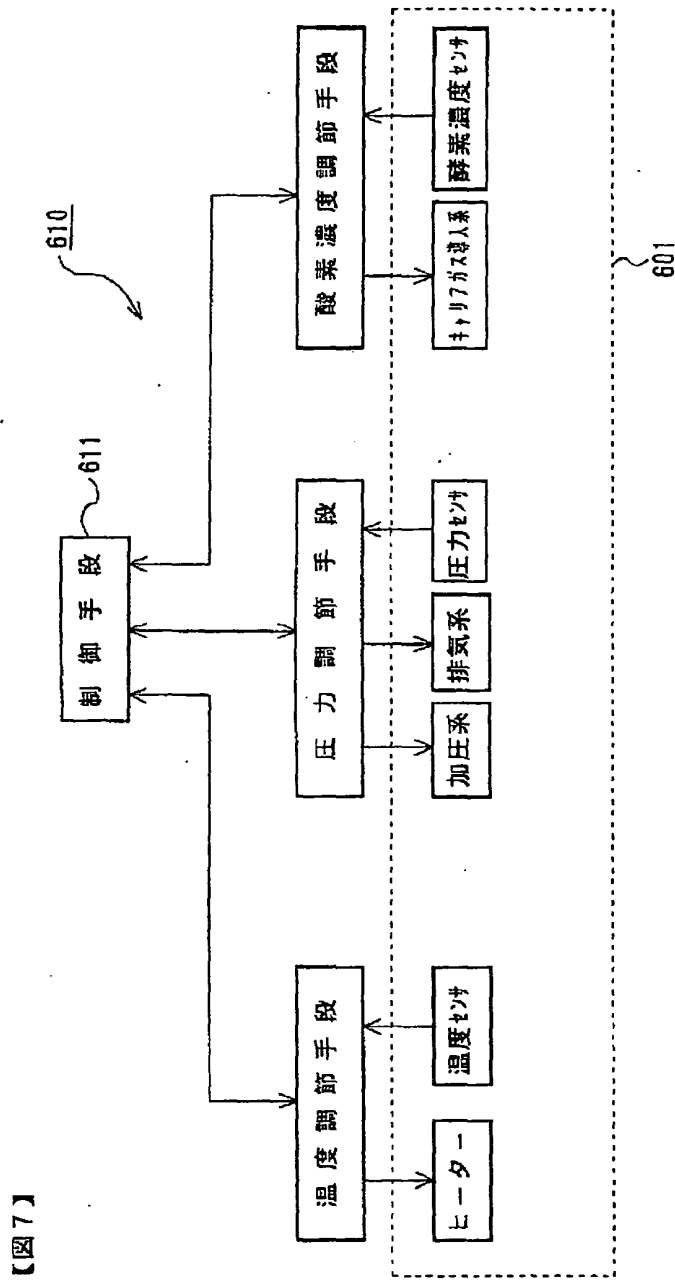
【図6】



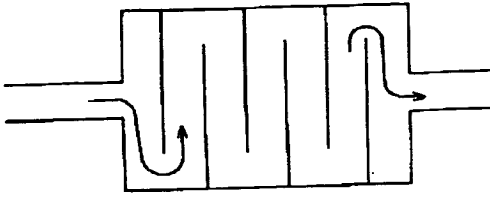
【図9】



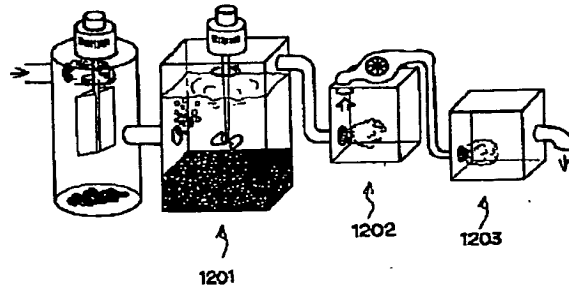
【図 7】



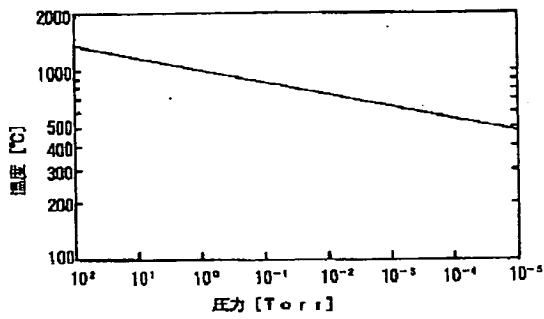
【図10】



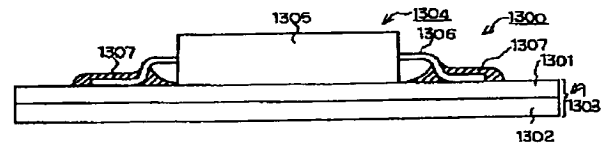
【図12】



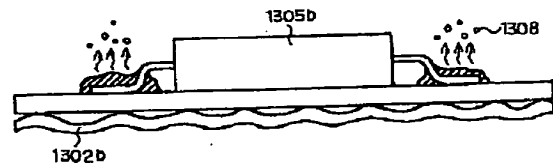
【図13】



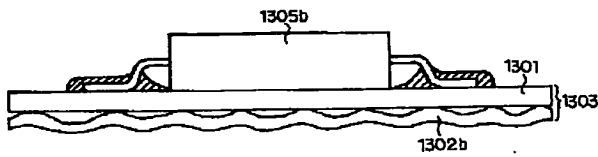
【図14】



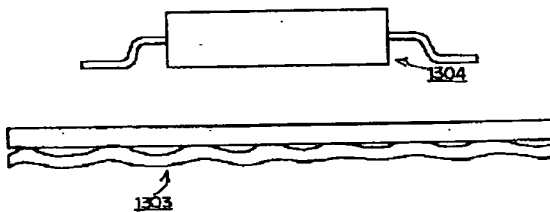
【図16】



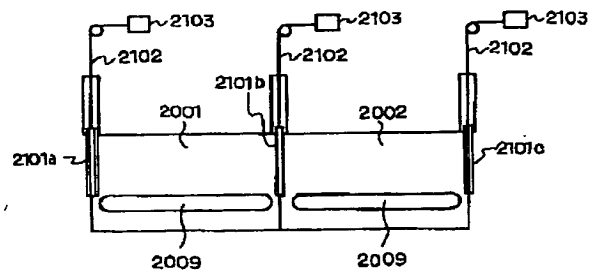
【図15】



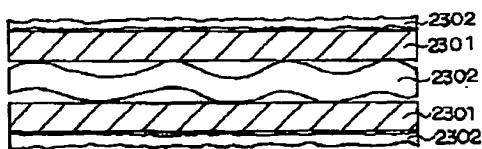
【図17】



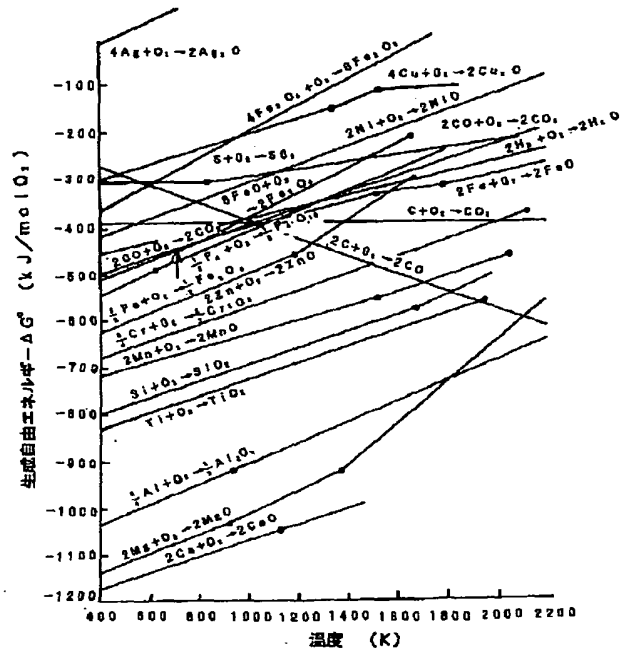
【図21】



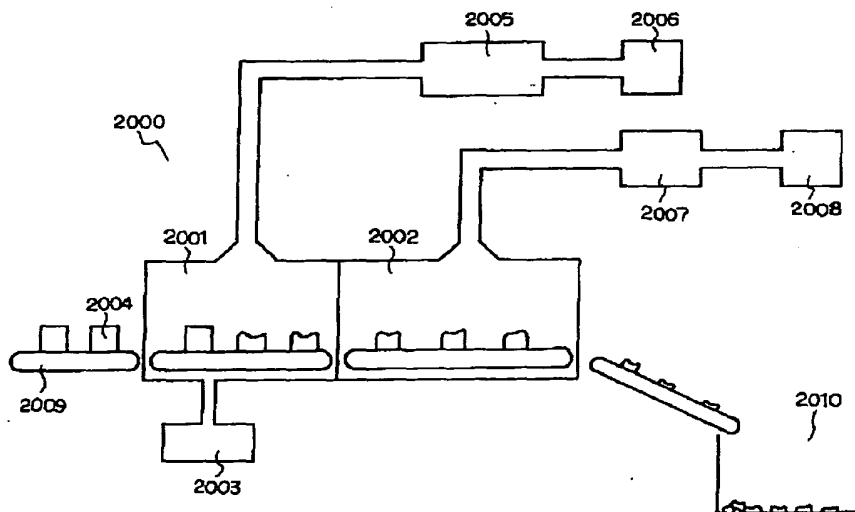
【図24】



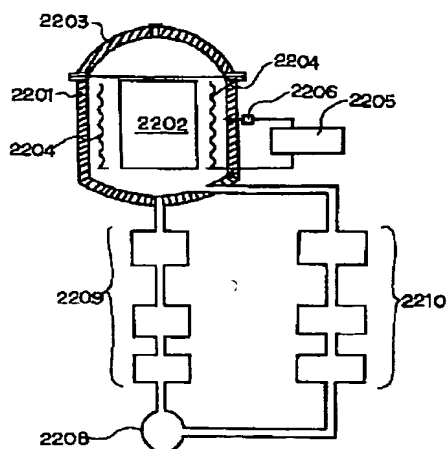
【図 19】



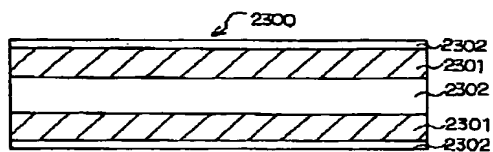
【図 20】



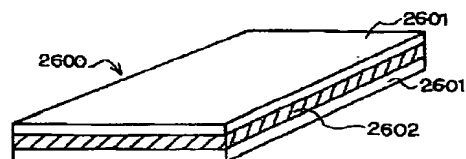
【図 2 2】



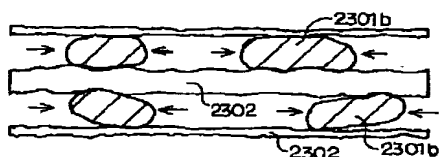
【図 2 3】



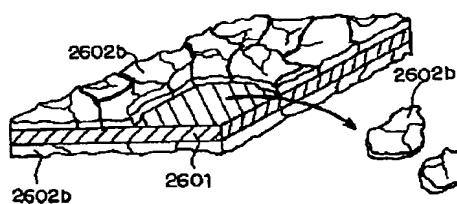
【図 2 6】



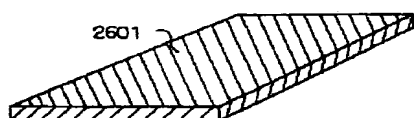
【図 2 5】



【図 2 7】



【図 2 8】



フロントページの続き

(72)発明者 早田 輝信  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 手塚 史展  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 小山 昌夫  
東京都港区芝浦 1 丁目 1 番 1 号 株式会  
社東芝本社事務所内

(72)発明者 横山 芳昭  
群馬県太田市高林寿町 1807-1 オギハ  
ラ・エコロジー株式会社内

(72)発明者 荻原 映久  
群馬県太田市高林寿町 1807-1 オギハ  
ラ・エコロジー株式会社内